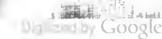
BULLETIN ...

Société philomathique de Paris




Digitized by Google

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE.

RÈGLEMENT.

Titre premier. Organisation de la Société.

Art. 1er. La Société Philomathique est un corps purement scientifique, dont les travaux embrassent les Sciences Mathématiques, les Sciences Physiques et les Sciences Naturelles, pures et appliquées.

Art. 2. Elle est divisée en trois Sections, composées chacune de vingt Membres titulaires, de Membres honoraires, et d'un nombre illimité de Correspondants.

Art. 3. Les trois Sections de la Société correspondent aux trois divisions indiquées dans l'article premier.

Art. 4. La Société est administrée par un Président, un Secrétaire, deux Vice-Secrétaires, un Trésorier et un Archiviste.

Art. 5. Tout Membre titulaire qui aura fait partie de la Société pendant quinze ans, obtiendra, s'il en manifeste le désir, le titre de Membre honoraire.

Art. 6. Les Membres honoraires jouissent des mêmes droits que les Membres titulaires. Ils sont exempts de toute contribution.





Titre deuxième. Des Fonctionnaires de la Société.

DU PRÉSIDENT.

Art. 7. Le Président est élu, au scrutin secret et à la majorité absolue, dans la première séance de janvier et dans la première séance de juin. Il n'est pas rééligible.

Art. 8. La mission du Président consiste à faire exécuter le règlement, à maintenir l'ordre dans les séances, à provoquer des communications intéressantes et à diriger les discussions.

Art. 9. En cas d'absence, le Président en exercice est remplacé par l'ex-Président le plus récemment sorti de fonction. Dans le cas où aucun ex-Président n'assisterait à la séance, le doyen d'âge présidera.

DU SECRÉTAIRE ET DES VICE-SECRÉTAIRES.

Art. 10. Le Secrétaire est élu pour deux ans, au scrutin secret et à la majorité absolue, dans la première séance de janvier. Il est rééligible.

Art. 11. Le Secrétaire est chargé de rédiger le procès-verbal et d'écrire au nom de la Société. Il est également chargé de surveiller l'impression des *extraits des procès-verbaux* et d'en régulariser la distribution.

Art. 12. Le Secrétaire ne peut adresser aucune lettre au nom de la Société, avant de la lui avoir communiquée.

Art. 13. Les Vice-Secrétaires sont élus dans la première séance de janvier, par bulletins de liste et à la majorité relative. Ils sont rééligibles.

Art. 14. En cas d'absence du Secrétaire et des Vice-Secrétaires, un Membre, désigné par le Président, remplira l'office de Secrétaire.

DU TRÉSORIER.

Art. 15. Le Trésorier est élu dans la première séance de janvier, au scrutin secret et à la majorité absolue. Il est rééligible.

Art. 16. Le Trésorier est chargé de recouvrer les contributions et les autres sommes dues à la Société; d'acquitter les dépenses; de faire les achats des objets reconnus nécessaires; et de veiller à la conservation du matériel.

DE L'ARCHIVISTE.

Art. 17. L'Archiviste est élu dans la première séance de janvier, au scrutin secret et à la majorité absolue. Il est rééligible.

Art. 18. L'Archiviste est chargé de la garde des livres, mémoires, lettres, collections scientifiques, etc. Il dressera et conservera le catalogue de ces divers objets.

Art. 19. Il ne pourra prêter les livres appartenant à la Société, qu'en se conformant au règlement relatif à la *bibliothèque*.

Art. 20. L'Archiviste est responsable des objets qui lui sont confiés.

Titre troisième. Des Commissions.

Art. 21. Les Commissions chargées d'examiner les travaux présentés seront nommées par le Président, à moins d'une décision particulière de la Société.

Art. 22. Des Commissaires chargés de rendre compte des séances de l'Institut et des autres sociétés savantes seront désignés par le Président, dans la deuxième séance de janvier.

Art. 23. Au commencement de chaque mois, le Président désignera, dans chaque Section, un Membre chargé de présenter, à l'une des séances du mois suivant, un compte-rendu verbal des faits intéressants survenus dans la partie de la science dont ce Membre s'occupe principalement. Ces désignations auront lieu, autant que possible, à tour de rôle [1].

Art. 24. Dans la première séance de janvier, la Société élira, par bulletins de liste et à la majorité relative, trois Commissaires chargés d'examiner les comptes du Trésorier. Ces Commissaires ne pourront être réélus.

Titre quatrième. De l'élection des Membres.

DES MEMBRES TITULAIRES.

Art. 25. Un mois après la déclaration d'une vacance dans une section, les Membres titulaires et les Membres honoraires seront convoqués par lettres à domicile, à l'effet de nommer une Commission chargée de présenter une liste de candidats. Cette Commission sera composée de cinq Membres.

Art. 26. Les candidats seront choisis parmi les savants connus par quelques publications, et qui auront manifesté, directement ou par l'intermédiaire d'un Membre, le désir d'être admis dans la Société.

1. « Le but de la Société n'est pas seulement de faire des découvertes..., mais encore de mettre ses membres parfaitement au courant de celles qui ont été faites. » (Règlement primitif de la Société Philomathique.)

Art. 27. La présentation de la liste des candidats et la discussion de leurs titres, se feront en comité secret. La Société pourra toujours, après discussion et vote, ajouter un ou plusieurs noms à la liste présentée par la section.

Art. 28. L'élection, pour laquelle tous les Membres seront convoqués par lettres à domicile, aura lieu dans la séance qui suivra le comité secret, pourvu que le nombre des votants soit au moins égal à trente. S'il est moindre que trente, l'élection sera renvoyée à huitaine. Les nouvelles lettres de convocation indiqueront le motif de cette remise, et le nouveau scrutin sera valable, quel que soit le nombre des votants.

Art. 29. Un candidat n'est déclaré élu, que s'il a réuni la majorité absolue. Dans le cas où cette majorité ne serait obtenue ni au premier, ni au second tour de scrutin, on devra procéder à un scrutin de ballottage entre les deux candidats qui auront réuni le plus de voix au second tour. En cas de partage, l'élection sera renvoyée à la séance suivante, et de nouvelles lettres de convocation seront adressées à tous les Membres.

DES CORRESPONDANTS.

Art. 30. Les Correspondants seront choisis parmi les savants qui n'habitent pas le département de la Seine.

Art. 31. La présentation des candidats au titre de correspondant devra être faite par trois Membres.

Art. 32. Dans la séance qui suivra la présentation, les Membres qui l'auront faite exposeront, en comité secret, les titres des candidats.

Art. 33. L'élection, pour laquelle tous les Membres seront convoqués par lettres à domicile, aura lieu dans la séance qui

suivra le comité secret, pourvu que le nombre des votants soit au moins égal à vingt. S'il était moindre que vingt, l'élection serait renvoyée à huitaine; et, cette fois, elle serait valable quel que fût le nombre des votants.

Art. 34. Tout Membre qui cessera d'habiter Paris, deviendra, sur sa demande, Correspondant.

Titre cinquième. Des Séances.

Art. 35. La Société se réunit tous les samedis, les jours de fête exceptés, à huit heures du soir.

Art. 36. Tous les Membres signent, en entrant, la liste de présence : chaque Membre titulaire reçoit un jeton de la valeur de un franc vingt-cinq centimes, qui peut servir à l'acquit de la contribution fixe.

Art. 37. Le Président ayant ouvert la séance, le procès-verbal de la séance précédente est lu par le Secrétaire et mis aux voix par le Président; après quoi le Secrétaire rend compte de la correspondance.

Art. 38. La parole est donnée ensuite aux Rapporteurs des Commissions; aux Membres désignés le mois précédent (art. 23); aux Membres qui ont des communications à faire; aux étrangers qui se seront fait inscrire; enfin, aux Commissaires chargés de rendre compte des séances des Sociétés savantes (art. 22).

Art. 39. Les élections se font vers le milieu de la séance, afin qu'un plus grand nombre de Membres puissent y prendre part.

Art. 40. Toute discussion étrangère aux sciences est interdite.

Titre sixième. Des revenus et des dépenses.

. Art. 41. Les revenus de la Société proviennent des contributions prélevées sur les Membres titulaires.

Art. 42. Il y a deux sortes de contributions : l'une fixe, de cinquante-cinq francs par an ; l'autre, votée chaque année, destinée à faire face aux dépenses extraordinaires. Elles sont payables par trimestre, sur un avertissement du Trésorier.

Art. 43. La contribution fixe pourra être acquittée, en partie, au moyen des jetons de présence (art. 36). La contribution variable sera toujours payée en argent.

Art. 44. Lorsqu'une maladie ou un voyage empêchera un Membre d'assister à plusieurs séances, il pourra faire, par écrit, la demande d'un congé. Si la Société, consultée, accorde le congé, le Membre sera exempté, jusqu'à son retour, de la contribution fixe.

Art. 45. Si un Membre laisse passer une année sans payer sa contribution, le Trésorier en fera la déclaration aux Membres de la Commission des comptes.

Art. 46. Il sera décidé secrètement, entre les Commissaires et le Trésorier, si le Membre retardataire doit être invité à payer, ou si on lui donne quittance de la dette.

Dans ce dernier cas, les Commissaires remettront au Trésorier une déclaration secrète ainsi conçue : « Nous, Commissaires nommés par la Société, autorisons le Trésorier à ne point réclamer la somme de....., due par M...... » Cette décharge sera communiquée au Membre qu'elle concerne.

Si les Commissaires décident que le Membre doit payer la contribution en retard, ils feront, en comité secret, un rapport à la Société, qui avisera.

Titre septième. Objets divers.

Art. 47. Les vacances de la Société commencent le 15 août et se terminent le 15 octobre.

Art. 48. Le procès-verbal de la séance qui précède l'entrée en vacances sera lu à la fin de cette séance. Les notices qui auront été déposées sur le bureau dans le cours de la séance pourront être publiées immédiatement.

Art. 49. La reprise des travaux est annoncée, à tous les Membres, par lettres à domicile.

Art. 50. Les propositions relatives au règlement devront être présentées, par écrit, dans la première séance de janvier. Le Président en fera donner lecture et fixera le jour où elles seront discutées. Tous les Membres seront convoqués par une circulaire contenant l'énoncé des propositions.

Art. 51. Les communications originales, faites à la Société, seront publiées dans le journal l'*Institut*, conformément aux conventions arrêtées entre la Société et le propriétaire de ce journal.

Mai 1857.

Paris, Imprimerie de Jules Delalain, rue de Sorbonne, 1.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1853.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue de Trévise, 45, à Paris.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1853.



PARIS,
IMPRIMERIE DE COSSON,
RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.
1853.

SOCIÉTÉ

PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

SÉANCES DE 1853.

Séance du 15 janvier 1853.

GÉOGRAPHIE ET GÉOLOGIE: *Turquie d'Europe.* — M. Viquesnel, chargé, en 1847, par le ministère de l'instruction publique, d'une mission scientifique dans la Turquie d'Europe, présente la carte de son voyage.

Ses études géographiques et géologiques comprennent : 1° la chaîne côtière de la mer Noire, depuis l'entrée du Bosphore jusqu'à Aktobol; 2° le plateau triangulaire situé entre cette dernière chaîne, la mer de Marmara, la mer Égée et la vallée inférieure de la Maritza; 3° le massif des montagnes du Rhodope, limité au nord et à l'est par le cours de la Maritza, au sud par la mer Égée, à l'ouest par la vallée du Strymon.

Cette nouvelle représentation graphique fait suite aux deux cartes dressées par le colonel Lapie, d'après les renseignements recueillis en 1836 et 1838 par M. Viquesnel, et qui figurent une partie de la Servie, de la Bosnie, le Monténégro, la haute Albanie, l'Épire et la Macédoine (Mémoires de la Société géologique de France, t. V de la 1re série, et t. I de la 2e série). Elle forme le complément des observations faites par ce voyageur, qui embrassent une large zone allongée de l'ouest à l'est et comprise entre la mer Adriatique et le Bosphore de Thrace.

Les bases sur lesquelles s'appuie la construction de la nouvelle carte ont été prises aux sources suivantes : 1° la *Connaissance des temps* par le Bureau des longitudes, et le *Bulletin scientifique de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg*, t. II, n° 14, renferment la détermination astronomique de 25 localités ; 2° les *cartes hydrographiques* publiées en 1852 par l'amirauté anglaise ont fourni le tracé du littoral de la mer Égée ; 3° les contours des côtes de la mer de Marmara et de la mer Noire ont été relevés sur la *carte du capitaine Gautier* et rectifiés d'après la détermination précitée de quelques villes situées sur le littoral.

Les itinéraires relevés à l'aide de la boussole, et chemin faisant, selon l'usage des ingénieurs géographes, ont été tracés par M. Viquesnel, sur une échelle uniforme, puis reportés sur d'autres feuilles et combinés en nombre suffisant pour représenter des surfaces de 30 à 50 lieues carrées.

La santé du colonel Lapie, qui déclinait chaque jour, ne permit pas à ce savant géographe de prêter au voyageur le secours habituel de sa longue expérience. Les matériaux furent remis à un habile cartographe qui les réduisit à l'échelle de $\frac{1}{800000}$ et les encadra dans le réseau des points astronomiques ci-dessus mentionnés. La vérification de ce travail d'ensemble démontra à M. Viquesnel que la connaissance parfaite du pays est indispensable pour trouver la position relative des nombreuses localités qui figurent dans les itinéraires; il entreprit ce travail minutieux de combinaison. Après de longues tentatives, il est parvenu à compléter le trait de la carte, et à mettre la représentation graphique d'accord avec ses observations et ses renseignements. Voulant satisfaire au désir exprimé par M. Boué, il a compris dans son cadre les itinéraires de son ancien compagnon de voyage qui se rattachent à ceux qu'il a parcourus.

La mise au net de ce travail a été recommencée deux fois. M. Viquesnel n'a pas eu le temps de vérifier l'exactitude de cette dernière épure ; il lui reste, pour terminer la carte, à figurer le relief du sol à peine ébauché, à indiquer l'attitude des stations barométriques et à tracer les limites géologiques des terrains.

Laissant de côté la description des montagnes du Rhodope et de la chaîne côtière de la mer Noire, qui a été publiée dans les

Archives des missions scientifiques (année 1850), M. Viquesnel se contente d'esquisser les rectifications qu'il apporte aux cartes précédemment publiées.

1° La chaine côtière de la mer Noire subit dans sa direction générale des modifications importantes ; elle renferme au N.-E. de Kirk-Kilissi deux vallées longitudinales tributaires de la mer Noire ;

2° Au sud de cette chaine, le bassin hydrographique de l'Éryhéné s'enrichit de plusieurs ruisseaux. On trouve le confluent de cette rivière avec la Maritza, non pas entre Démitouka et Ouzoun-Keupri, mais à huit lieues plus au sud et près d'Ipsala ;

3° La ligne sinueuse de collines qui borde le littoral de la mer de Marmara et de la mer Égée n'est pas coupée par les ruisseaux de Kéchan et de Malgara ; leurs eaux se portent vers le golfe d'Énos, actuellement ensablé, et forment deux petits lacs marécageux avant d'opérer leur jonction avec la Maritza ;

4° Les seuls renseignements qu'on possédât sur l'intérieur du massif du Rhodope, avant le voyage de M. Viquesnel, consistaient dans l'itinéraire d'un consul de France qui s'est rendu de Salonique à Andrinople par la vallée de l'Arda. C'est à l'aide de matériaux aussi incomplets que le colonel Lapie a figuré le relief de cette vaste contrée, reproduit plus tard par ses publications plus récentes. On doit donc s'attendre à trouver dans la nouvelle carte des rectifications très nombreuses et des parties complétement neuves.

M. Viquesnel se propose de présenter, dans une autre séance, la partie météorologique de son voyage et le résumé des observations géologiques.

Séance du 22 janvier 1853.

Anatomie et physiologie. *Système veineux des Reptiles.* — M. Pierre Gratiolet communique la note suivante :

« L'équilibre de la composition du sang résulte de plusieurs fonctions coordonnées. Par les unes, il recouvre des matériaux perdus ; par les autres, il s'épure sans cesse et rejette les parties excrémentitielles. Ces dernières fonctions sont, d'une part, la *respiration*, qui s'accomplit en général dans des organes spéciaux à l'aide de l'oxygène ambiant, et, d'autre part, la *dépuration*, qui a pour organes certaines trames glandulaires.

» Ces deux dernières fonctions ayant un but commun, l'*épuration du sang*, elles se suppléent réciproquement, en sorte que le sang, quand l'organe respiratoire est insuffisant, ne passe dans le torrent de la circulation artérielle qu'après avoir traversé presque en totalité un filtre glandulaire, à l'aide duquel la quantité du combustible est, si l'on peut dire ainsi, proportionnée à la puissance du foyer comburateur. Cette considération permet d'expliquer pourquoi il n'y a qu'une seule veine-porte chez les Mammifères, dont le poumon est très grand, tandis que, chez les Reptiles, il y en a au moins deux, qui tiennent sous leur dépendance non-seulement les veines intestinales, mais encore le système veineux du tronc presque tout entier, de la queue, et des membres postérieurs.

» 1. Veines-portes des Reptiles écailleux. — Dans les Reptiles écailleux, tout le sang veineux des parties situées en arrière du cœur traverse, avant d'arriver aux poumons, un organe glandulaire. Dans les Serpents, par exemple, le sang veineux de la queue, des parois abdominales et des muscles intercostaux au niveau des reins se jette dans deux systèmes de troncs afférents, l'un au rein, l'autre au foie. Ce sont les veines-portes de Jacobson et la veine ombilicale. Quelques veines intercostales et cutanées forment, au devant du rein, trois troncs anastomosés en arcade, dont les ramifications se distribuent dans les glandes surrénales. Enfin, au devant des glandes surrénales, toutes les veines intercostales et cutanées des régions situées en arrière du cœur se rendent, soit au tronc de la veine-porte hépatique, soit à la face antérieure du foie, où elles constituent autant de petites veines-portes accessoires.

» Je ne puis m'empêcher de signaler ici une disposition fort remarquable du tronc de la veine-porte hépatique, qui, chez les Serpents et chez les Sauriens (Caméléons, Monitors, Lézards), est tordu en spirale de la façon la plus élégante. C'est, dans les Lézards, une colonne torse de la plus grande régularité ; d'ailleurs, dans les Lézards, ce tronc ne paraît point recevoir de veines intercostales ; celles-ci se portent plus particulièrement au rein ; mais mes recherches sur ce point ne sont point encore complétement terminées.

» Quoi qu'il en soit, dans les Serpents au moins (Pythons,

Boas, Couleuvres), tout le sang veineux des parties situées en arrière du cœur traverse, avant d'arriver à cet organe, l'un des trois filtres suivants : le rein, le foie, la glande surrénale ; ainsi aux deux veines-portes déjà indiquées, nous devons en ajouter une troisième, la *veine-porte des glandes surrénales.* Le sang veineux est donc filtré presque en entier ; celui qui provient de la tête et du cou fait seul exception; encore ce sang peut-il être considéré comme ayant déjà respiré en grande partie, dans les vastes *réseaux admirables* du pharynx.

» 2. Reptiles amphibiens.—Dans les Batraciens anoures (Grenouilles, Crapauds), le sang des veines du membre postérieur et des régions coccygiennes se porte directement dans la veine-porte rénale. Cette veine règne au côté externe et un peu en arrière du rein, jusqu'à son sommet. Elle reçoit chemin faisant des veines intercostales, celles des parois musculaires du tronc et des muscles adducteurs du bassin. Enfin, un tronc longitudinal, parallèle à la colonne vertébrale, reçoit le sang de toutes les veines intercostales supérieures et vient s'aboucher avec la veine-porte rénale vers le sommet du rein. Quant au sang des muscles antérieurs de l'abdomen, il est versé dans la veine ombilicale et se répand dans le foie, mêlé au sang qui vient de l'intestin, et de la vésicule cystique.

» Les veines des oviductes sont longues et flexueuses dans les Batraciens anoures ; elles se jettent sans exception dans la veine-porte rénale à son côté antérieur. Les veines des ovaires font seules exception, et s'abouchent directement avec la veine-cave.

» Il est fort à remarquer que la veine-porte hépatique, qui, dans les Serpents, reçoit un grand nombre des veines cutanées et intercostales, ne reçoit ici que le sang des veines intestinales. Cette différence mérite d'être notée, mais n'est point aussi absolue qu'on pourrait l'imaginer, puisqu'une large anastomose unissant au niveau du bassin la veine ombilicale et la veine-porte rénale, ces deux troncs semblent former un seul arc veineux dont une extrémité s'épanouit dans le rein, tandis que l'autre se ramifie dans le foie. Cette circonstance permet de supposer *à priori* que le foie et le rein peuvent se suppléer réciproquement, et cette supposition se trouve fortifiée par une observation qui me paraît digne d'être notée.

« On sait que, dans la Salamandre terrestre, les reins sont fort réduits ; or, dans cet animal, les embryons se développent non hors du corps de la mère, mais dans la partie inférieure de l'oviducte, qui, pendant toute la durée de la gestation, présente un développement considérable. L'oviducte se trouve ainsi divisé en deux régions : l'une supérieure, grêle, n'a que des veines fort petites et proportionnées au volume des reins ; mais l'autre, très grande, a un système vasculaire proportionné à son importance, et par conséquent des veines très nombreuses. La grandeur et, si j'ose le dire, la capacité de ces veines dépassant de beaucoup celles du système capillaire du rein, elles ne communiquent avec ce système que par des ramuscules fort déliés, et, par leurs branches principales, forment un tronc considérable qui entoure l'oviducte, et se rend en serpentant dans la veine ombilicale par l'intermédiaire de laquelle elle communique avec le foie. Cette veine et ses troncs afférents sont propres à la portion incubatrice de l'oviducte, dont ils indiquent précisément les limites. Ici le foie paraît évidemment appelé à suppléer un rein insuffisant. Quant aux veines intercostales, elles se comportent d'une manière fort analogue dans les Batraciens urodèles et les Batraciens anoures, et se rendent à deux troncs grêles qui marchent des deux côtés de la colonne vertébrale et se jettent dans le sommet du rein. Il n'y a point là de différences fondamentales ; mais il n'en est pas de même des veines cutanées, dont les connexions avec le système central présentent des variations du plus haut intérêt pour le physiologiste.

» Chez les Reptiles écailleux, la peau, enduite d'un épiderme épais, ne respire point; ainsi le sang veineux de la peau est porté presque en entier soit au rein soit au foie, et les systèmes veineux cutanés se confondent avec celui des veines musculaires. Dans les Batraciens anoures, au contraire, la peau est le siége d'une respiration très active à tous les âges de la vie, comme l'avaient supposé d'abord Blainville et Lambotte, et comme l'ont démontré depuis par de belles expériences MM. Regnault et Reiset. Ainsi, il y a entre le sang veineux cutané des Batraciens anoures et celui des Reptiles écailleux une différence fondamentale. Le premier a respiré, il est devenu artériel ; le second n'a point respiré, c'est un sang épuisé et noir. Cette différence

paraît en entraîner une autre dans la disposition du système vasculaire. En effet, ces veines de la peau, confondues chez les Reptiles écailleux avec les veines intercostales, et se jetant comme elles soit dans le rein soit dans le foie, s'en distinguent ici d'une manière complète, et forment un tronc fort remarquable qui reçoit le sang veineux de la peau du tronc et de la tête. Cette veine, décrite par M. Gruby, dans les Grenouilles, sous le nom de *musculo-cutanée*, se porte après un trajet fort remarquable au tronc brachiocéphalique; par là le sang qu'elle amène arrive directement à l'oreillette du cœur, en sorte que ce sang, qui a respiré, est en quelque sorte assimilé au sang des veines pulmonaires et ne traverse aucun organe dépurateur. Cette disposition, fort intéressante en elle-même, le devient davantage encore si on la met en parallèle avec une distribution particulière du système artériel, qui ne me paraît pas avoir été suffisamment remarquée.

« On sait, depuis les observations de M. Müller, que, chez les Grenouilles (et il en est de même chez les Crapauds), le tronc pulmonaire se subdivise en deux branches : l'une est l'artère pulmonaire proprement dite; l'autre, dit M. Müller, se porte aux parties postérieures de la tête. Cette observation, fort exacte, est incomplète. Ce tronc, en effet, arrivé vers l'occiput, se recourbe en arrière, traverse l'amas parotidien des glandes vénéneuses, et se ramifie dans toute la peau du tronc de l'animal. Observons qu'il ne donne aux muscles aucune branche, si bien que les vaisseaux de la peau du tronc forment, chez les Batraciens anoures, un système parfaitement isolé. Ainsi les vaisseaux des parois musculaires constituent un réseau distinct, compris entre deux réseaux respiratoires, l'un intérieur, qui appartient au poumon, l'autre extérieur et propre à la peau. Observons que ces deux systèmes, concourant à un même but, se balancent réciproquement. Chez les Grenouilles, le système cutané est le plus riche; chez les Crapauds, le système pulmonaire l'emporte. Ainsi, les Grenouilles, plus aquatiques, respirent surtout par la peau, tandis que la respiration pulmonaire se développe davantage chez les Crapauds, dont les habitudes sont terrestres. Les différences anatomiques sont ainsi en relation parfaite avec les différences biologiques.

« Les Salamandres ayant, comme les Batraciens anoures, la peau nue et humide, on aurait pu s'attendre *à priori* à retrouver dans ces animaux des dispositions analogues. Cependant, pour la Salamandre terrestre du moins, elles ne sont point réalisées ; les veines cutanées se comportent ici comme dans les Reptiles écailleux, et se confondent avec les veines musculaires intercostales, qui se rendent dans la veine-porte du rein. Les dispositions artérielles correspondent aux dispositions veineuses ; la branche cutanée de l'artère pulmonaire ne dépasse point l'amas glandulaire parotidien, et en revanche cette artère fournit plusieurs rameaux au pharynx. Ces différences jettent au premier abord l'esprit dans l'incertitude, et embarrassent la marche des déductions physiologiques ; mais elles s'expliquent facilement, si l'on tient compte de la prodigieuse quantité des glandes vénéneuses ou mucipares, dont les orifices criblent la peau des Salamandres. Il est évident, en effet, que le sang qui a servi à ces sécrétions n'a point respiré ; ce sang, se mêlant à celui qui revient des surfaces cutanées, l'altère, si je puis ainsi dire ; de là la nécessité d'une filtration plus ou moins complète, soit au travers du rein, soit au travers du foie.

« Je ne puis m'empêcher de faire remarquer ici une différence fondamentale dans les effets des sécrétions sur le sang, suivant qu'elles proviennent du sang artériel ou du sang veineux. Cette différence peut être exprimée en une proposition très simple : Le sang artériel qui fournit à une sécrétion perd son oxygène libre, et conséquemment s'appauvrit; le sang veineux qui traverse un organe glandulaire s'épure, au contraire, en abandondonnant des matières inutiles à l'organisation. Cette proposition semble régir toutes les variations que présente le système veineux dans la série animale.

« 3. Les Oiseaux, au point de vue de l'organisation de leur système vasculaire, se rapprochent des Reptiles écailleux, beaucoup plus que cela n'est admis généralement. Je reviendrai sur ce sujet dans une prochaine communication, où je démontrerai, contre l'opinion commune, cette proposition de M. Jacobson, que les Oiseaux ont, comme les Reptiles, une veine-porte rénale. J'ai démontré ailleurs que les rectifications que M. Rosenthal a voulu faire au travail de ce grand anatomiste sur l'organe

olfactif qui porte son nom, sont fondées sur des observations erronées. Les observations critiques de M. Nicolaï sur ses assertions relatives à la veine-porte des Oiseaux ne me paraissent pas davantage avoir la solidité qu'on leur suppose.

» 4. Si la rapidité de ce résumé n'a point obscurci les faits, nous pourrons en tirer dès à présent une double conclusion : l'une, philosophique, car ils démontrent d'une manière palpable que la nature ne connaît point ces règles absolues où certains philosophes semblent vouloir l'enchaîner; ils prouvent, en un mot, contre les épicuriens, que ses combinaisons sont libres et tendent vers le *meilleur*, d'une manière souverainement intelligente; l'autre, physiologique, puisqu'ils démontrent que l'existence des veines-portes compense, dans les Vertébrés inférieurs, l'insuffisance des organes respiratoires. Dans les animaux supérieurs, quand tout le sang veineux des systèmes de la vie animale traverse un poumon vaste et multiplié par des subdivisions innombrables, la puissance de cet organe supplée à tout, et transforme ce qu'elle n'a point éliminé. Quand, au contraire, les appareils respiratoires s'amoindrissent, des filtres glandulaires épurent le sang veineux, et de la sorte le poumon, insuffisant en tant qu'organe dépurateur du sang, peut suffire en tant qu'appareil d'oxydation des globules. A ces différences dans la réalisation du plan organique, correspondent des différences remarquables dans la composition des matières sécrétées. Ainsi, dans les animaux à circulation parfaite, chez les Mammifères, qui n'ont point de veine-porte rénale, l'urine, provenant surtout du sang artériel, contient essentiellement de l'urée. Chez les Reptiles écailleux, au contraire, et chez les Oiseaux, l'urine tirée, presque en entier du sang veineux, a pour base l'acide urique, produit moins oxydé que l'urée. Enfin l'objection qu'on pourrait tirer des Reptiles nus, dont l'urine contient de l'urée bien qu'elle soit tirée du sang veineux, tombe d'elle-même, puisque ce sang veineux, provenant en grande partie de la peau nue des membres, de la queue, et des membranes natatoires, peut être considéré comme ayant suffisamment respiré pour être assimilé à un sang artériel.

» Ces observations ont une grande importance au point de vue de la physiologie en général, et peut-être pourront-elles jeter quelque jour sur l'histoire des altérations que la sécrétion urinaire

subit dans les animaux supérieurs et qui produisent de cruelles maladies. Aussi avons-nous cru devoir, M. Cloëz et moi, entreprendre à ce sujet une longue série d'expériences, dont nous parlerons, quand elles nous auront fourni des résultats suffisamment précis. »

Séance du 5 février 1853.

ORYCTOGNOSIE. *Examen minéralogique et chimique d'un sable diamantifère de la province de Bahia.* — Voici la substance d'une note communiquée, sous ce titre, par M. A. Damour.

Les matières arénacées parmi lesquelles se rencontre le diamant sont formées de débris de roches cristallines dont la géologie n'a pas encore bien déterminé l'âge; elles renferment une nombreuse variété d'espèces qui méritent de fixer l'attention du minéralogiste. Quelques-unes de ces espèces, on peut du moins le présumer, ont pris naissance sous l'influence et par suite des réactions mêmes qui ont déterminé la cristallisation du carbone. Leur examen comparatif sur chacun des gîtes où l'on recueille le diamant, la connaissance exacte de leur composition pourront jeter du jour sur la formation de cette gemme et faciliter la découverte de gîtes nouveaux. On sait que l'apparition de certains composés minéraux dans un terrain, dans un filon, fournit souvent des indices très probables de la présence du métal ou de la matière précieuse que recherche le mineur. Sous ces divers rapports, la composition des sables diamantifères de la province de Bahia est de nature à offrir de l'intérêt.

L'échantillon de sable qui fait l'objet de ce travail a été recueilli sur un terrain dépendant du district de la Chapada, à environ 360 kilomètres à l'ouest-quart-sud de Bahia. Il a été remis à M. Damour par M. de Castelnau, consul de France à Bahia, connu dans la science par ses travaux d'histoire naturelle et par ses voyages d'exploration sur le continent américain. Ce sable avait déjà été soumis au lavage sur le lieu même d'exploitation du diamant. Les diverses substances qui le constituent existant en grains facilement discernables à la vue aidée d'une simple loupe, on a pu les isoler par un triage mécanique, et M. D. en a pris successivement le poids pour connaître par approximation dans quels rapports elles sont associées : nous allons

d'abord en présenter la liste ; nous exposerons ensuite les caractères propres à chacune d'elles.

	Grammes
Quartz roulé en grains de diverses grosseurs	6,9000
Quartz roulé en grains très fins	116,1200
Minéral noir (feijaô) en petits galets roulés	40,4100
Orthose rouge	0,1470
Titane rutile	1,8000
Titane brookite	0,1070
Titane anatase	0,0810
Zircon hyalin en cristaux	0,0720
Diaspore en lames cristallines et en grains roulés	0,3520
Hydro-phosphate d'alumine et de chaux	1,6150
Hydro-phosphate d'yttria en fragments cristallins	0,2100
Silicate d'yttria en grains roulés	2,1330
Fer oxydulé	0,0210
Or natif en grains	0,0075
Ensemble	169,9755

A cette liste, il faut ajouter le diamant, bien qu'on n'en ait pas trouvé trace dans l'échantillon de sable que le mineur avait dejà sans doute exploré. C'est sur ce gite de la Chapada et dans ces mêmes sables que l'on recueille la nouvelle variété de carbone cristallin en morceaux irréguliers de diverses grosseurs, de couleur noire, brune ou grise. On la connaît dans le commerce sous le nom de *carbonate*. Cette matière nous montre le diamant en masse confusément cristalline : elle est au diamant des lapidaires ce que le grès est au quartz hyalin. M. de Castelnau assure qu'on en a rencontré des échantillons, rares à la vérité, pesant jusqu'à $\frac{1}{2}$ kilogramme.

Quartz roulé.—Ce quartz est en grains ronds et en fragments de diverses grosseurs, tous usés par le frottement. Il est blanc laiteux, quelquefois taché en rose par de l'oxyde de fer. Les grains fins de cette matière, qui constituent un peu plus des deux tiers du sable, sont transparents ; la plupart ont une teinte de rose.

Minéral noir en petits galets (feijaõ). — Ce minéral est d'un noir mat : il se montre en grains de diverses grosseurs toujours amorphes et usés par le frottement. Sa cassure est finement grenue. A l'aide de la loupe on aperçoit, sur certains échantillons, de petites aiguilles noires entrecroisées. Sa poussière est gris-verdâtre. Il raie faiblement le verre. Quelques échantillons se laissent entamer par une pointe d'acier. Sa densité est de 3,082.

A la flamme du chalumeau, sur la pince de platine, il se boursouffle et fond en scorie brun-noirâtre. Cette scorie, chauffée sur le charbon, devient faiblement magnétique. Fondu avec le borax et le sel de phosphore, il donne la réaction du fer. Chauffé avec un mélange de spath-fluor et de bisulfate de potasse, il colore la flamme du chalumeau en vert, indice de la présence de l'acide borique. Les acides azotique, chlorhydrique et fluorhydrique ne l'attaquent pas. L'acide sulfurique, chauffé jusqu'au degré de vaporisation, le décompose, mais avec lenteur, et laisse un résidu siliceux. La poudre du minéral étant chauffée dans un courant d'oxygène, perd sa couleur gris-verdâtre et prend une teinte jaune d'ocre. M. D. l'a trouvé composée de : Silice $0^{gr},3572$; acide borique (évalué par différence) $0^{gr},1014$; alumine $0^{gr},2675$; protoxyde de fer $0^{gr},1682$; magnésie $0^{gr},0365$; soude $0^{gr},0386$; acide titanique $0^{gr},0060$; eau et matières volatiles $0^{gr},0246$; total : $1^{gr},0000$. Cette composition a bien quelques rapports avec celle de la tourmaline noire : elle en diffère par les proportions d'alumine, d'oxyde de fer, et par la présence de l'eau. M. D. pense que ce minéral, qui ne se montre pas en cristaux et dont la texture n'est pas bien homogène, doit être considéré comme constituant une roche formée de diverses espèces en mélange indiscernable à la vue. Son apparition dans les amas de sable de la Chapada est considérée par le mineur comme un indice de la présence du diamant. On lui donne au Brésil le nom de *feijaõ*.

Orthose. — M. D. a rapporté à cette espèce quelques rares fragments d'un minéral de couleur rouge de vin, clivable suivant deux directions qui se croisent à angle droit, fusible au chalumeau, ayant la dureté du feldspath, et inattaquable par les acides. En l'attaquant par le carbonate de soude, il a constaté qu'il renfermait de la silice, de l'alumine, un peu d'oxyde de fer, qui sont unis probablement à une certaine proportion d'alcali qu'il n'a pu doser.

Titane rutile. — Le rutile est ainsi nommé à cause de la couleur rouge qui lui est habituelle. Toutefois cette couleur ne se montre pas constamment sur tous ses échantillons. Ici, comme en d'autres localités du Brésil, il est noir foncé et présente un certain éclat métallique. On l'observe à l'état de grains roulés,

de la grosseur d'une tête d'épingle, quelquefois en prismes quadrangulaires striés dans le sens de leur grand axe, et terminés à l'une de leurs extrémités par une pyramide à quatre faces.

Titane brookite. — Cette espèce est, comme le rutile, composée d'acide titanique; elle n'en diffère que par le type cristallin auquel ses formes se rapportent. L'échantillon de sable n'en a fourni qu'un seul fragment de cristal, en prisme plat, strié parallèlement à son grand axe et terminé par le sommet dièdre qu'on observe sur les cristaux appartenant à la même espèce et qui proviennent du pays de Galles.

Titane anatase. — La transparence et l'éclat que présentent ces échantillons d'anatase peuvent, au premier aspect, les faire confondre avec le diamant : ils s'en distinguent aisément par leur dureté bien inférieure à celle de cette pierre précieuse et par leurs réactions au chalumeau. On sait que cette espèce, essentiellement formée d'acide titanique aussi bien que le rutile et le brookite, donne avec le sel de phosphore, au feu de réduction, un verre bleu-violâtre plus ou moins foncé selon la quantité de matière soumise à l'épreuve.

Zircon cristallisé. — La présence du zircon cristallisé a été signalée, par M. Dufrénoy, dans les sables aurifères de la Californie. Cette espèce se trouve également dans le sable à diamants de la Chapada. On l'y observe en cristaux ayant au plus un millimètre de diamètre, formant des prismes à quatre ou à huit pans, souvent terminés aux deux extrémités par une pyramide à quatre faces, avec diverses modifications sur les angles solides ou sur les arêtes. Quelques-uns sont incolores et limpides; la plupart sont colorés en jaune, en brun ou en violet pâle.

Diaspore. — Le diaspore, qui ne se montre qu'en faible proportion dans ce sable, est en grains roulés ou en lames cristallines, de couleur grisâtre, ayant assez l'aspect de certains feldspaths. La densité de ces grains a été trouvée égale à 3,464. L'analyse a donné :

Alumine	0,8402 gr.	0,3924 oxygène.	3 rapports.
Eau	0,1459	0,1297	1
Oxyde ferrique	0,0068		
Silice	0,0043		
	0,9972		

Hydro-phosphate d'alumine et de chaux. — Cette matière, d'après ses caractères extérieurs, pourrait être confondue avec un jaspe ou un pétrosilex : l'examen de ses propriétés chimiques a fait voir qu'elle est composée d'alumine, d'acide phosphorique, de chaux et d'eau. Sa texture est compacte : elle se montre à l'état de galets arrondis, de couleur rouge-brique plus ou moins pâle. Elle raie faiblement le verre. Sa densité est de 3,194. Chauffée dans le tube, elle laisse dégager une notable proportion d'eau. Au rouge cerise, dans un creuset de platine, 1gr a perdu 0gr,1270 d'eau. A la flamme du chalumeau, elle blanchit et reste infusible. L'acide sulfurique concentré et chaud la dissout en majeure partie, en laissant un résidu terreux, blanc de lait, qui se dissout dans un excès de cet acide chauffé au point où il entre en vapeurs, et qui se précipite aussitôt qu'on ajoute de l'eau à la dissolution acide. Ce précipité insoluble consiste principalement en sulfate de chaux retenant encore de l'alumine. La liqueur acide donne avec l'ammoniaque ajoutée en excès un précipité de phosphate d'alumine contenant un peu d'oxyde de fer. M. D. n'a pas encore achevé la détermination exacte des rapports qui existent entre les principes constituants de cette matière. Désigné au Brésil sous le nom de *cabocle*, ce minéral est considéré par le mineur comme donnant l'indice de la présence du diamant, dans les gîtes où on le rencontre.

Hydro-phosphate d'yttria. —Cette substance, d'après l'auteur de la note, paraît constituer une espèce nouvelle. Elle est disséminée en faible proportion dans le sable diamantifère ; comme M. D. n'a pas pu en réunir encore une suffisante quantité pour entreprendre son analyse quantitative, il s'est borné à de simples essais et s'est attaché à déterminer ses principes constituants. Elle se trouve en fragments irréguliers et arrondis présentant un double clivage qui conduit à un prisme rectangulaire droit ou peut-être légèrement oblique. M. D. a recueilli deux fragments de cristaux dont l'un est terminé par une pyramide à quatre faces. Deux de ces faces opposées l'une à l'autre sont larges et assez nettes; les deux autres sont étroites et peu miroitantes. L'incidence des deux faces larges prise par le sommet est de 96°35′; celles des faces étroites est de 98°20′. L'incidence des faces voisines est de 124°23′30″. Ces mesures ont été vérifiées par M. Des-

cloizeaux. La couleur de cette substance est le blanc-grisâtre tirant quelquefois sur le jaune pâle. Elle raie la fluorine et est rayée par une pointe d'acier. Elle a l'éclat gras adamantin. Chauffée dans le tube, elle laisse dégager de l'eau. A la flamme du chalumeau, elle blanchit et reste infusible. Elle se dissout dans le borax et donne une perle incolore qui devient blanche et opaque au feu d'oxydation. Elle se dissout dans le sel de phosphore, mais avec une extrême lenteur lorsqu'elle est en grains ; en poudre, elle s'y dissout plus aisément et donne un verre incolore et limpide si le sel est employé en excès ; lorsque ce verre est saturé de matière, il perd sa transparence et prend une teinte laiteuse. Réduite en poudre, elle se dissout à chaud dans l'acide sulfurique concentré, même après qu'elle a subi la calcination. L'acide oxalique versé dans la dissolution y fait naître un précipité blanc. Si l'on évapore à siccité la liqueur qu'on a séparée du précipité, on obtient un résidu acide qui reste fixe à la température du rouge sombre et qui présente les réactions de l'acide phosphorique. Le précipité produit par l'acide oxalique étant lavé, puis chauffé au rouge, laisse une terre dont la couleur est le blanc-jaunâtre pâle et qui a offert les réactions particulières à l'yttria, telle que l'ont décrite MM. Ekeberg et Berzélius. Ce minéral paraît donc essentiellement formé d'acide phosphorique et d'yttria combinés avec une certaine proportion d'eau. On connaissait déjà, dans le règne minéral un phosphate d'yttria anhydre que M. Beudant a classé sous le nom de xénotime. Le nouveau phosphate dont il s'agit ici, étant hydraté et parfaitement cristallin, semble ainsi constituer une espèce distincte. Si une analyse plus complète confirme ces premiers résultats, M. D. propose de dédier cette espèce à M. de Castelnau, en lui donnant le nom de *castelnaudite*.

Silicate d'yttria.—Ce minéral est en grains arrondis, piquetés de petits trous à leur surface : sa couleur est le brun cannelle. Il raie faiblement le verre. Sa densité est de 4,391. Au chalumeau, il blanchit et ne fond pas. Il ne se dissout pas dans le sel de phosphore. L'acide sulfurique chauffé à 300° le décompose en laissant un résidu siliceux. La dissolution sulfurique évaporée, mais restant un peu acide, donne un précipité blanc lorsqu'on y ajoute de l'acide oxalique. Ce précipité calciné laisse une terre blanche un peu teintée de jaune, qui se redissout aisément dans

l'acide chlorhydrique et donne les réactions particulières à l'yttria. M. D. se propose de vérifier si le minéral dont il est ici question ne renferme pas quelque autre terre, et de compléter son analyse : il lui paraît aussi constituer une espèce nouvelle.

Fer oxydulé. — Le fer oxydulé ne s'est montré qu'en grains imperceptibles qui ont été séparés à l'aide du barreau aimanté. La proportion en est très faible.

Or natif. — L'or s'est montré en grains facilement discernables à la vue. Ces grains sont inégaux et de forme irrégulière.

M. D. termine sa note en faisant remarquer que si cet examen était continué sur des quantités plus considérables de sable, il est probable que la liste précédente, déjà longue, s'étendrait encore davantage. Il se propose, du reste, de donner suite à ces recherches minéralogiques et d'étudier la composition des sables provenant des autres gîtes du diamant. Ce n'est qu'après avoir comparé entre elles les espèces qui l'accompagnent avec plus ou moins de constance, qu'on distinguera celles qui lui furent primitivement associées, et qu'on pourra établir, sur des données plus certaines, une théorie de la formation de cette précieuse matière.

M. de Castelnau s'étant réservé de faire connaître les circonstances géologiques particulières au gîte de la Chapada de Bahia, M. D. se borne à dire que le sable contenant les diverses espèces dont on a donné la liste plus haut forme une couche recouverte par une autre couche plus ou moins épaisse de quartz en fragments de diverses grosseurs mêlés à une sorte d'argile gris-jaunâtre, douce au toucher. Il doit ce dernier renseignement à M. Joly, négociant en diamants, établi au Brésil, et qui, dans un récent voyage à Paris, a eu l'obligeance de lui remettre un échantillon de la couche quartzeuse argilifère, recueilli par lui-même sur place.

Séance du 12 février 1853.

Botanique. *Apios.*—M. Duchartre communique les résultats de ses recherches sur le développement des tubercules dans l'*Apios tuberosa*. Ces résultats sont résumés par lui de la manière suivante.

1° Les tubercules de l'*Apios* se développent dans la longueur

de véritables *branches* souterraines dont l'allongement devient considérable dans le cours d'une année. Dans une plate-bande du jardin botanique de l'Institut agronomique, à Versailles, des tubercules mis en terre vers la fin du mois d'avril ont donné des plantes vigoureuses dont les branches souterraines, mesurées vers le 15 octobre suivant, avaient une longueur de 1^{m},50 à environ 2^{m}. Une d'elles, retirée de terre en entier, avait 1^{m},75 de longueur et plusieurs autres conservaient une longueur de 1^{m},50 à 1^{m},60, quoiqu'elles eussent perdu leur portion grêle terminale, sans tubercules, qui présente en moyenne de 0^{m},25 à 0^{m},30 de longueur.

2° Ces branches souterraines s'allongent, à la manière des branches ordinaires, par le développement d'un bourgeon terminal parfaitement organisé, composé de six ou sept écailles régulièrement distiques, abritant un mamelon central hémisphérique. Ce bourgeon terminal forme un crochet recourbé à angle droit relativement à la direction longitudinale de la branche elle-même ; son crochet est dirigé verticalement en bas.

3° Le nombre de ces branches souterraines à tubercules, pour chaque pied d'*Apios*, est en moyenne de six à dix. Dans chaque pied provenu de la plantation d'un tubercule, la plupart d'entre elles partent de la portion antérieure de ce tubercule et proviennent de bourgeons adventifs placés irrégulièrement sur cette même partie. D'autres en nombre moindre sont dues aux bourgeons des nœuds enterrés. De là résulte cette conséquence importante que, si l'*Apios* prenait place dans nos cultures comme plante alimentaire, on en obtiendrait presque certainement un produit plus considérable en enterrant un certain nombre de nœuds de sa tige, c'est-à-dire en la buttant.

4° Dans le développement des bourgeons souterrains de l'*Apios* en branches à tubercules, les écailles distiques de ces bourgeons ont été successivement écartées de toute la longueur des entre-nœuds qui se sont produits; mais elles sont restées distiques comme elles l'étaient d'abord. Ainsi mises en parfaite évidence par leur écartement, elles ont une forme triangulaire ; elles s'attachent par une base large et sont plus ou moins aiguës au sommet.

5° Un bourgeon se forme de très bonne heure à l'aisselle de

chacune de ces écailles; c'est ce bourgeon qui donne naissance à la formation du tubercule, sans toutefois subir lui-même la moindre transformation. Souvent, à côté de ce bourgeon-mère, il s'en produit un ou deux secondaires, qui persistent également sans autre changement qu'un grossissement peu considérable pendant le cours de la première année.

6° Dès qu'un bourgeon s'est produit à l'aisselle d'une écaille, la portion de la branche souterraine qui supporte celle-ci commence à se tuméfier par l'effet du développement que prend son tissu cellulaire intérieur, tant médullaire que cortical. C'est principalement du côté de la branche où se trouve l'écaille, que ce développement et cette tuméfaction ont lieu. Il en résulte qu'à toute époque les tubercules de l'*Apios* sont irréguliers, beaucoup plus renflés et plus arrondis à leur face qu'on pourrait appeler ventrale, c'est-à-dire correspondante à l'écaille et au bourgeon, moins saillants et plus aplatis à leur face opposée ou dorsale.

7° La production de la fécule suit une marche parallèle au développement du tissu cellulaire. Dans les parties encore jeunes et cylindriques des branches souterraines, cette substance manque ou n'existe qu'en très petits granules rares; elle abonde au contraire dès que le tubercule est devenu tant soit peu marqué, et sa proportion augmente graduellement jusqu'à s'élever au chiffre considérable par lequel l'exprime M. Payen (plus de 30 pour 100).

8° Le développement cellulaire qui donne naissance aux tubercules s'opère dans l'intérieur même des branches souterraines. Leur épiderme et leurs couches celluleuses externes n'y participent en rien. Aussi, très peu de temps après qu'il a commencé, on voit ces couches externes se déchirer. D'abord une crevasse longitudinale se produit à partir du bourgeon, soit uniquement en dessous, soit aussi quelquefois en dessus. L'écaille-mère elle-même se fend longitudinalement en deux moitiés qui se déjettent latéralement et ne tardent pas à sécher. On voit se fendre également dans le sens de la longueur une ou deux des écailles propres au bourgeon lui-même. Le crevassement irrégulier de la couche se continue ensuite sur plusieurs lignes longitudinales à mesure que le tubercule grossit; il en résulte que celui-

ci présente, d'abord à sa surface, des lanières de cette couche, et que plus tard il présente une surface nouvelle et à lui propre, sur laquelle naissent des racines, et, vers son extrémité antérieure, des bourgeons adventifs.

9° Dans une branche à tubercules considérée dans son ensemble, plusieurs écailles restent stériles, c'est-à-dire n'amènent pas la formation d'un tubercule. Ce sont les plus rapprochées du tubercule-mère. A mesure qu'on s'éloigne de cette portion stérile et nue de la branche les tubercules correspondant aux écailles fertiles deviennent de plus en plus gros jusque vers un point correspondant au tiers ou presque à la moitié de la longueur totale, à partir duquel ils deviennent encore de plus en plus petits. Enfin la branche est terminée par sa portion la plus jeune, la plus épaisse aussi, dans laquelle il n'existe pas encore de tubercules, et dont la longueur est de deux à trois décimètres. On compte en moyenne de douze à quinze tubercules de toute grosseur sur une branche souterraine de l'année dont la végétation a été vigoureuse.

10° Le bourgeon qui a déterminé par son influence locale la production d'un tubercule persiste à l'extrémité de celui-ci. Il est destiné à donner l'année suivante une tige aérienne. Les autres bourgeons donneront les branches souterraines.

11° Les tubercules d'*Apios* que l'on plante, après les avoir isolés, pour obtenir de nouveaux pieds, ne s'épuisent pas pendant le cours de la végétation de ces pieds. Ils continuent eux-mêmes à grossir au point d'acquérir un volume double ou plus que double de celui qu'ils avaient au moment de la plantation.

12° Quelquefois on voit un tubercule développer un de ses bourgeons en branche souterraine pendant qu'il est lui-même fixé à la plante-mère. La branche sur laquelle ce fait se produit semble s'être bifurquée, sa bifurcation partant d'un tubercule.

Séance du 19 février 1853.

MAMMALOGIE. *Nouvelle espèce de Dauphin de la Méditerranée.*—M. Paul Gervais fait connaître une nouvelle espèce de Dauphin qu'il a récemment découverte sur les côtes françaises de la Méditerranée.—Cette espèce, qu'il ne connaît encore que par un seul exemplaire pris sur les côtes du département de l'Hérault, ap-

partient au genre des Dauphins proprement dits ; mais elle diffère du *Delphinus delphis* par plusieurs particularités de son crâne, pour se rapprocher du *Delphinus dubius* de Cuvier. Ainsi son palais et ses arrière-narines, dans la partie formée par les os palatins et ptérygoïdiens, ressemblent bien plus à ceux du *D. dubius* qu'à ceux du *D. delphis*, et le palais lui-même manque des deux larges sillons latéraux qui distinguent le *D. delphis*. Cette nouvelle espèce prendra le nombre de *D. Tethyos*. En la décrivant avec plus de détails, M. Gervais fera connaître les particularités qui la distinguent aussi du *D. dubius* de l'océan Atlantique.

Ichthyologie. *Nouveaux genres de Poissons propres à l'Algérie.*—M. P. Gervais fait ensuite connaître deux nouveaux genres de Poissons fluviatiles de l'Algérie. L'un appartient à la famille des Sciénoïdes de Cuvier et Valenciennes et a pour type l'espèce propre aux eaux artésiennes de Sahara que M. Gervais avait antérieurement décrite sous le nom d'*Acerina Zellii*, c'est le genre *Coptodon*. L'autre est de la famille des Cyprinodontes ; l'espèce qui lui sert de type, ou le *Tellia apoda*, P. Gerv., habite les sources du Tell, pays situé au sud de Constantine. Il se rapproche des Cyprinodons par ses dents et par l'ensemble de ses caractères ; mais il manque de membres abdominaux comme les Orestias de l'Amérique méridionale.

Pathologie végétale. *Galles du Poa nemoralis.* — M. E. Germain, de Saint-Pierre, communique les observations suivantes sur la nature des productions fibro-spongieuses qui existent accidentellement au niveau des nœuds de la tige du *Poa nemoralis*.

« Parmi les excroissances végétales désignées sous le nom de *galles*, une des plus curieuses et des plus communes a jusqu'à ce jour été méconnue par les botanistes et considérée comme une production normale, bien qu'accidentelle, de la plante. C'est la pelote fibro-spongieuse qui se développe fréquemment sur les nœuds de la tige du *Poa nemoralis*. Depuis Scheuchzer, qui a mentionné et bien figuré cette forme accidentelle, les auteurs ont décrit dans les flores cette pelote fibreuse, située dans le voisinage des articulations de la tige, comme constituée par des fibres radicales adventives. Elle est, en effet, à une place voisine de celle qu'occupent les fibres radicales adventives lorsqu'il s'en

développe sur les tiges des Graminées, et présente la même apparence ; mais il suffit de pratiquer une coupe transversale de la tige, au niveau de cette production anomale, pour en découvrir l'origine et la véritable nature. Cette pelote spongieuse est une galle présentant quelque analogie de forme avec le bédéguar du Rosier (1). Dans une cavité uniloculaire développée sur une des parois de la tige et généralement au-dessus du niveau d'un nœud (cette partie de la tige est celle dont le tissu est le plus tendre et le plus herbacé), on trouve deux à trois larves qui s'y sont développées. Je les ai rencontrées à l'état de nymphe et remplissant exactement toute la cavité de la loge. La loge qui renferme ces Insectes est lisse à l'extérieur comme à l'intérieur, et ses parois sont assez minces ; il est remarquable que les excroissances radiciformes de la tige se développent seulement *sur la paroi de la tige opposée à celle où la loge se trouve située ;* c'est en se recourbant en dedans que ces excroissances radiciformes entourent la loge insectifère. L'excitation déterminée soit par la tarière de l'Insecte mère lors du dépôt des œufs, soit par la présence et le développement des Insectes sortis de ces œufs, n'agit donc pas, dans ce cas, d'une manière locale, mais sur une partie de la tige située en dehors de la loge insectifère.

» Il est à remarquer que cette galle n'a été rencontrée sur aucune autre espèce du genre *Poa*, malgré la similitude de ces espèces entre elles. L'Insecte choisit exclusivement cette espèce, et ce qui détermine son choix n'est pas l'*habitat* de cette plante dans des bois humides; car j'ai rencontré cette galle sur un *Poa nemoralis* ayant poussé accidentellement sur un mur exposé au soleil. L'Insecte, à l'état parfait, ne m'est pas encore connu ; mais il n'est pas de ceux dont la larve se laisse tomber sur la terre pour y subir ses métamorphoses, puisque j'ai trouvé la nymphe dans l'intérieur de la galle ; il serait donc facile d'obtenir l'Insecte parfait. J'ai rencontré cette galle dans les Alpes du Va-

(1) La galle du *Poa nemoralis* est uniloculaire, à loge contenant plusieurs larves ; les appendices externes radiciformes sont simples. La galle du *Rosa canina*, connue sous le nom de bédéguar, est multiloculaire à loges contenant chacune une seule larve ; les appendices filamenteux externes sont munis d'appendices latéraux disposés comme les barbes d'une plume.

lais, dans les Pyrénées, au Mont-Dore, et dans diverses localités des environs de Paris, notamment à Marly et à Montmorency. »

Séance du 26 février 1853.

CHIMIE. *Analyse des laitons.* — M. H. Sainte-Claire Deville fait une communication dont voici le résumé :

Après avoir rappelé les principes auxquels on doit, selon lui, soumettre les procédés de la chimie analytique (v. *l'Institut*, n° 972, 18 août 1852), M. H. D. montre comment on peut les appliquer à l'analyse des laitons, et arriver ainsi à un procédé exact et rapide.

M. H. D. s'appuie principalement sur les résistances très différentes qu'opposent à la décomposition par l'hydrogène les oxydes de zinc et de cuivre, celui-ci se réduisant déjà à 250°, l'oxyde de zinc pouvant se conserver intact sous cette influence à la température de fusion du verre.

Le laiton est dissous dans l'acide nitrique ; on évapore presque à sec, et l'on trouve ordinairement de la silice surtout et un peu d'étain que l'on sépare par le sulfhydrate d'ammoniaque. La solution nitrique, évaporée dans une capsule de platine tarée avec son couvercle, laisse des nitrates que l'on calcine et que l'on pèse. On a préparé un tube court, effilé à une extrémité, fermé à l'autre par un bouchon de liége (1) ; on a taré ce tube après y avoir introduit une petite nacelle de platine. C'est dans cette nacelle que l'on met tout ou partie des oxydes obtenus au moyen de la calcination des nitrates, et que l'on sèche encore au moment où on va les peser. On fait passer un courant d'hydrogène et l'on chauffe *sans précaution* et longtemps avec une lampe à alcool simple ; enfin on pèse après avoir chassé l'eau et l'hydrogène. Si l'on se contente d'un chiffre approché, si surtout le laiton ne contient que peu de métaux étrangers, la perte de poids, multipliée par 5, donne, à un centième près environ, la proportion d'oxyde de cuivre du mélange des oxydes, et par suite la composition du laiton lui-même. Mais si l'on veut avoir des chiffres tout à fait exacts, il faut continuer.—On prend un quart de litre environ

(1) Voyez cet appareil figuré : Annales de Ch. et de Ph., 3e série, tome XXXIII, planche I, fig. 1, D.

d'eau distillée, acidulée avec une très petite quantité d'acide sulfurique (si on a une liqueur titrée à sa dissolution, on en met une quantité telle qu'elle dissoudrait le double du zinc que l'on sait, d'après la première épreuve, devoir exister dans le laiton). On fait bouillir la liqueur acide dans une fiole, et on fait passer un courant d'hydrogène pendant le refroidissement; on y fait tomber le contenu de la nacelle, et on laisse digérer dans la fiole bouchée pendant qu'un courant d'hydrogène empêche l'air de s'y introduire. On voit l'oxyde de zinc se dissoudre, le cuivre se rassembler si bien, qu'on peut décanter et le laver par décantation avec de l'eau bouillie. La liqueur zincique est évaporée, et chauffée très légèrement avec une lampe à alcool : on pèse et on déduit du poids du sulfate le poids du zinc. La liqueur zincique, touchée par une goutte de sulfhydrate d'ammoniaque, doit donner lieu à la production de quelques flocons blancs qui disparaissent bientôt. Cette épreuve, faite avant l'opération, indique que le cuivre a été parfaitement séparé. On est sûr également que le zinc, s'il s'en était réduit par l'hydrogène (ce qui n'arrive jamais), ne peut être resté avec le cuivre, même en petite quantité. Donc le sulfate de zinc contient tout le zinc du laiton.

Quant au cuivre, on le recueille en remplissant d'eau la fiole où il s'est déposé, renversant cette fiole sur un verre également plein d'eau. Le métal se rassemble dans le verre, on décante avec un syphon, on dessèche le cuivre sur un poële dans le verre lui-même, et on l'introduit dans un petit creuset de platine taré que l'on chauffe sur une petite lampe à alcool au rouge sombre. Le cuivre s'oxyde, on le mouille d'acide nitrique, on calcine et on pèse.

Il ne reste plus qu'à chercher le fer dans le zinc, et le plomb dans le cuivre. Le sulfate de zinc, après la pesée, est calciné au rouge sombre pendant une demi-heure environ, puis dissous dans l'eau qui enlève presque tout : on décante et on fait bouillir le résidu, s'il y en a, avec du nitrate d'ammoniaque concentré; il reste de l'oxyde de fer que l'on pèse.

L'oxyde de cuivre est mouillé d'acide sulfurique, puis calciné jusqu'à décomposition complète du sulfate de cuivre ; on pèse quand cesse la perte de poids; on ajoute dans le creuset de l'acide chlorhydrique concentré, qui dissout le cuivre ; on con-

centre ; on reprend par l'alcool fort qui laisse le sulfate de plomb, que l'on pèse après l'avoir calciné en présence d'une petite quantité d'acide sulfurique.

Quand le laiton contient de l'arsenic, ce corps vient se condenser pendant la réduction de l'oxyde de cuivre, un peu en avant des gouttelettes d'eau, et comme la réduction de l'acide arsénique s'effectue au moment où tout l'hydrogène est absorbé par l'oxyde de cuivre, l'hydrogène n'en enlève aucune trace perceptible, et ce procédé devient très sensible pour en découvrir des quantités excessivement petites.

Cette méthode est mise en pratique depuis plus de six mois dans le laboratoire de l'École normale et y donne d'excellents résultats.

M. M. D. fait remarquer que cette méthode n'est pas seulement applicable à la séparation du zinc mêlé au cuivre ou au plomb, mais qu'elle peut s'employer dans tous les cas où il existe d'une part un oxyde métallique inaltérable par l'hydrogène, tel que la magnésie, les oxydes de magnésie et de zinc, etc., solubles dans les acides ou le nitrate d'ammoniaque, et d'autre part des métaux qui ne décomposent par l'eau, tels que le cuivre, le plomb, le bismuth, etc. L'auteur continue ses expériences et se propose d'en entretenir prochainement la Société.

Mécanique appliquée. — M. de Saint-Venant communique divers résultats relatifs à la torsion des prismes.

Il annonce d'abord que ces résultats sont tout à fait indépendants de la grandeur controversée du rapport entre le coefficient d'élasticité de *dilatation* ou de contraction et le coefficient d'élasticité de *glissement*, en sorte qu'ils sont également vrais lorsqu'on suppose ce rapport égal à $\frac{5}{2}$ avec Navier, ou égal à $\frac{8}{3}$ avec M. Wertheim, ou incommensurable et variable d'une matière à l'autre avec M. Lamé. Ils sont même applicables au cas général où la matière du prisme n'est pas douée du même degré d'élasticité dans toutes les directions perpendiculaires à son axe, celui-ci étant supposé, du reste, être un axe d'élasticité, ce qu'on suppose aussi des deux axes principaux de chacune des sections transversales faites par des plans menés perpendiculairement à l'axe avant la torsion.

Soit un pareil prisme sollicité et tordu par des forces trans-

versales qui forment des couples sur une de ses deux bases ou sections extrêmes, et des couples égaux et opposés sur la deuxième base. On peut supposer ces forces extérieures distribuées *à priori* aux divers points des bases, de la même manière que se distribueront les actions intérieures aux divers points des sections intermédiaires, en sorte que l'on ait, d'un bout à l'autre, une torsion uniforme et des déformations identiques de toutes les sections, qui n'auront ainsi, entre elles, que des différences de position, ou qui pourront être toujours amenées à coïncider les unes avec les autres moyennant une translation et une rotation proportionnelles aux distances qui les séparent. De cette supposition permise (et qui, introduite dans le calcul, apprendra même quel est le mode de distribution qui y satisfait), il résultera que les diverses *fibres*, c'est-à-dire les lignes matérielles, primitivement droites et parallèles à l'axe, seront toutes devenues des hélices de même pas; c'est-à-dire précisément ce qu'on observe sur tout prisme tordu à partir de points très peu éloignés de ceux où sont appliquées les forces extérieures sollicitantes, en sorte que l'influence du mode particulier de distribution de ces forces ne se fait sentir que sur une très petite étendue, et que les résultats de la supposition précédente peuvent s'appliquer à tous les cas de torsion avec une approximation très suffisante.

Or cette supposition de torsion constante et de déformation semblable pour toutes les sections, ou de changement des fibres droites en hélices, étant exprimée analytiquement, réduit à deux termes la première des trois équations aux dérivées partielles qui existent entre les déplacements des points d'un corps élastique dont chaque élément n'a éprouvé que des déformations peu considérables. Ces termes sont les dérivées du second ordre, par rapport à chacune des deux coordonnées y, z perpendiculaires à l'axe du prisme, du petit déplacement ξ qui a lieu dans un sens parallèle à cet axe, ces deux dérivées étant multipliées respectivement par les coefficients d'élasticité de glissement dans les sens y et z.

Intégrée avec la condition que les pressions sur les faces latérales du prisme soient nulles, ou qu'elles soient (comme la pression atmosphérique) normales à ces faces, elle donne, pour le déplacement ξ du point quelconque dont les coordonnées, sur une

section, étaient y et z, dans le casd'un prisme à base rectangle, une expression en série d'exponentielles et de sinus, et,dans le cas d'un prisme à base elliptique, une expression algébrique monome, qui diffèrent à peine de celles données dans un mémoire communiqué à l'Académie des sciences de Paris (séances des 22 mars et 10 mai 1847) pour des prismes d'une élasticité égale en tous sens, que l'on considérait seulement alors.

Ces expressions montrent que la théorie ordinaire de la torsion n'est exacte que pour le cas où Coulomb l'a donnée, c'est-à-dire pour le cas d'un cylindre à base circulaire ayant la même élasticité en tous les sens transversaux; car c'est seulement alors, ainsi que dans le cas un peu plus étendu d'une base elliptique, dont les axes soient réciproquement proportionnels aux racines carrées des coefficients d'élasticité de glissement dans leurs sens, que le déplacement longitudinal ξ est nul, ou que les sections primitivement planes restent planes.

Dans tout autre cas, les sections primitivement planes se voilent ou se *gauchissent*. Leurs éléments s'inclinent sur l'axe, et leurs normales font par conséquent, avec les tangentes aux hélices des fibres, des angles les uns plus grands, les autres plus petits que ceux qu'elles auraient faits si les sections n'étaient pas devenues courbes. Or, comme c'est de ces petits angles, mesurant les *glissements* relatifs des deux parties du prisme séparées par la section, que dépendent les intensités des réactions élastiques, et les dangers de rupture par torsion, l'auteur tire cette conséquence, que la théorie ancienne ne saurait être maintenue.

Le calcul prouve, et l'on peut démontrer *à priori*, qu'aux angles saillants des sections, leurs éléments restent normaux aux hélices des arêtes, en sorte qu'en ces points le glissement et le danger de rupture sont toujours nuls.

Les surfaces courbes affectées par les sections offrent des formes curieuses dont l'auteur met les épures sous les yeux de la Société, en attendant qu'il puisse lui en présenter les reliefs, moulés sous la direction de M. Bardin, qui veut bien les ajouter à sa jolie collection de modèles. Le déplacement ξ est nul sur les deux *médianes* de toute section rectangle, ou sur les deux axes de toute section elliptique, en sorte que ces deux

droites orthogonales restent dans le plan primitif de la section, qui se trouve ainsi divisé en quatre parties offrant des creux et des saillies symétriques. Mais, de plus, pour un prisme à base carrée d'égale élasticité transversale, ou pour un prisme à base rectangle dont les côtés sont réciproques aux racines carrées des coefficients d'élasticité de glissement supposés inégaux, *les deux diagonales restent aussi dans les plans primitifs*, en sorte que les sections gauchies offrent huit parties symétriques dont quatre saillantes et quatre rentrantes.

Il en résulte, pour le moment des réactions élastiques dues à la torsion, des expressions nouvelles, analogues à celles données en 1847 pour le cas d'égale élasticité.

Les conséquences ne sont pas moins remarquablement différentes de celles de l'ancienne théorie, en ce qui concerne la résistance à la rupture ou *à l'altération de l'élasticité* par torsion. D'après cette théorie, les *points dangereux*, ou de plus grand glissement, étaient les points les plus éloignés de l'axe, et, par conséquent, les quatre angles d'une section rectangle ou carrée, et les deux extrémités du grand axe d'une section elliptique. D'après la théorie nouvelle, c'est l'inverse. Les points dangereux sont bien toujours sur le contour des sections ; mais *ce sont les points du contour les plus rapprochés de l'axe*, c'est-à-dire, pour le rectangle, *les milieux des grands côtés*, et, pour l'ellipse, *les extrémités du petit axe* (en nous bornant ici au cas d'égalité des deux coefficients de glissement). L'aspect seul de l'épure ou du relief prouve en effet que, pour ces points, l'inclinaison prise par la génératrice ou la fibre devenue héliçoïdale, et l'inclinaison prise par l'élément de la section devenue courbe, *s'ajoutent ensemble* pour donner le plus grand angle de glissement, tandis que, pour les points du contour les plus éloignés de l'axe, ces deux inclinaisons composantes se soustraient l'une de l'autre, en sorte que, bien que pouvant être plus grandes, elles donnent par leur combinaison un angle de glissement, ou nul, ou bien moindre que le premier.

Physiologie végétale. — Dans la note suivante, M. E. Germain, de Saint-Pierre, rend compte de quelques observations qu'il a faites sur la propriété que possèdent certains bulbes de

s'enfoncer spontanément dans le sol à une certaine profondeur variable suivant l'espèce.

« On a remarqué depuis longtemps que certains bulbes tendent à s'enfoncer presque indéfiniment dans la terre, tandis que des bulbes appartenant à d'autres espèces se maintiennent presque uniformément à une très faible profondeur au-dessous de la surface du sol. Évidemment, il se passe chez les premiers un phénomène physiologique qui n'a pas lieu chez les autres,et dont la nature me semble avoir complétement échappé, jusqu'à ce jour, à la curiosité des naturalistes. Appelé par mes études sur les tiges souterraines à tenter de m'en rendre compte, j'ai, pendant plusieurs années, épié attentivement ce qui se passe pendant les diverses saisons de l'année chez des bulbes de mœurs différentes.

» J'ai exposé dans une précédente communication le mode de développement des bulbes dits pédicellés, que l'on observe dans le genre *Tulipa*, par exemple. Dans ce cas, la cause du phénomène du transport de la plante à une plus grande profondeur est facile à saisir ; ce n'est pas un bulbe qui s'enfonce lui-même dans le sol et pendant plusieurs années consécutives, c'est un rameau qui est émis par un bulbe mère et qui s'accroît en s'enfonçant dans le sol de haut en bas. Mais, l'année suivante, ce rameau ne s'avance pas au delà, seulement il peut émettre des rameaux (caïeux pédicellés) qui s'enfoncent plus bas à leur tour. Il s'agissait de savoir en vertu de quel phénomène des bulbes qui ne présentent jamais d'organes analogues à ces caïeux pédicellés, et qui sont complétement dépourvus de rhizomes horizontaux, les bulbes de certains *Muscari*, *Scilla*, *Hyacinthus*, par exemple, peuvent se trouver à une profondeur de plus d'un demimètre, les graines qui les produisent tombant à la surface du sol, et ces bulbes étant situés d'autant plus profondément dans le sol, qu'ils sont plus âgés.

» Dans le seul genre *Muscari* les mœurs des diverses espèces sont très différentes à ce point de vue. Le bulbe du *Muscari comosum*, qui se rencontre dans les champs cultivés des terrains calcaires, argileux ou sablonneux, végète à une profondeur relative considérable, tandis que le bulbe du *M. racemosum*, qui se rencontre dans les champs cultivés des mêmes terrains, est à

peine enfoncé de quelques centimètres au-dessous de la surface du sol. Les travaux du labourage, la nature et les qualités du sol, ne sont donc pour rien dans le phénomène en question ; et la cause de ce phénomène devait être cherchée exclusivement dans le mode de végétation des espèces. J'eus l'idée de semer ces plantes bulbeuses dans des vases de verre près des parois de ces vases, et de suivre, à la faveur de la transparence du vase ce qui se passerait chez les bulbes pendant une période de plusieurs années. Ce mode d'expérimentation m'a donné les résultats les plus satisfaisants et les plus complets : le procédé que la nature emploie pour la marche descendante de ces bulbes m'a été dévoilé.

» Le phénomène qui se passe pendant la durée de l'existence du bulbe est le même que celui que l'on peut remarquer pendant la germination d'un grand nombre de Monocotylédones bulbeuses ou non bulbeuses, du Dattier, par exemple. Le bourgeon primordial s'accroît dans le sens vertical de haut en bas, et par conséquent s'enfonce dans la terre ; à partir de l'achèvement de cette première période, le bourgeon du Dattier s'accroît de bas en haut. Mais, chez certains bulbes, *Muscari comosum* et *Scilla* (*Agraphis*) *nutans*, par exemple, le mode de végétation, qui, chez le Dattier, ne caractérise que l'époque de la germination, est le mode normal pendant plusieurs années. Le bulbe s'allonge chaque année de haut en bas, il s'accroît avec plus d'intensité dans sa moitié inférieure que dans sa moitié supérieure, et s'enfonce par conséquent de plus en plus profondément dans le sol. Les tuniques, après avoir été le siége de cet accroissement, sont successivement rejetées en dehors comme des corps étrangers et restent suspendues au-dessus du bulbe dans le sol, où elles se détruisent.

» J'insiste sur ce fait, que ce n'est pas dans la tige proprement dite (qui, chez les bulbes comme chez le Dattier en germination, est réduite à un disque ou plateau très court) que se passe l'élongation ; c'est dans la feuille cotylédonaire chez le Dattier, et dans les feuilles squamiformes chez les bulbes.

» J'ajouterai que le phénomène se manifeste avec d'autant plus d'intensité que le bulbe est plus jeune ; que, lorsqu'il a atteint le maximum de ses dimensions normales, sa croissance de

haut en bas est presque nulle, et qu'à partir de cet état il paraît ne s'enfoncer chaque année que d'une quantité peu appréciable. La marche descendante de ces bulbes n'est donc pas illimitée. »

Séance du 12 mars 1853.

Géologie. *Craie supérieure.* — M. Hébert expose la suite de ses recherches sur la craie supérieure.

1. Dans ses précédentes communications, les considérations paléontologiques ne tenaient qu'un rang très secondaire en raison du petit nombre de fossiles trouvés dans les différentes contrées où il avait pu comparer la craie supérieure. Cette comparaison nécessitait des travaux longs et minutieux qui sont aujourd'hui assez avancés pour que les résultats offrent déjà quelque intérêt. Les matériaux qui ont servi de base à cette étude, et que M. H. a recueillis dans le Cotentin, à Maestricht et en Belgique, sont nombreux et constituent en grande partie des espèces nouvelles. La faune du calcaire pisolitique, tout en présentant avec la partie inférieure de la craie de Maestricht un certain nombre d'espèces identiques, *Pecten quadricostatus*, *Lima tecta*, Goldf., *L. decussata*, d'Orb., etc., etc., se rapproche cependant beaucoup plus par l'abondance des Gastéropodes, et de certaines familles d'Acéphalés, comme les Lucinidés et les Cardiacés, et aussi par ses caractères minéralogiques, de la partie supérieure de ce dépôt. En somme, M. H. a reconnu jusqu'ici 18 espèces communes à la craie de Maestricht et au calcaire pisolitique.

En comparant le calcaire pisolitique au *calcaire à Baculites* du Cotentin, M. H. est arrivé aux mêmes résultats : 20 espèces sont communes aux deux dépôts ; ces résultats sont d'autant plus significatifs, que ces comparaisons n'ont eu lieu jusqu'ici que sur 103 espèces du calcaire pisolitique, appartenant aux classes des Gastéropodes et des Acéphalés lamellibranches.

Enfin quelques espèces se trouvent dans d'autres régions crétacées, comme Faxoë, Haldem (Westphalie), etc., et, en résumé, sur les 103 espèces soumises à cet examen, 35, ou plus du tiers, appartiennent à des assises incontestablement crétacées d'autres pays.

M. H. espère pouvoir faire connaître prochainement avec détail cette faune remarquable.

2. Dans ses études sur le Cotentin, M. H. a eu occasion de fixer d'une manière plus précise la limite qui sépare le terrain crétacé du terrain tertiaire, limite que M. Desnoyers, dans son travail publié il y a près de vingt ans, n'avait pu établir d'une manière satisfaisante. M. H. a reconnu que le *calcaire noduleux* qui recouvre le calcaire à Baculites, aussi bien que le *falun jaune à coquilles détruites* qui repose sur le calcaire noduleux, doivent faire partie de la série crétacée. Dans ces deux assises, en effet, on rencontre des espèces crétacées, et, sauf quelques-unes dont l'état de conservation ne permet pas de constater les caractères spécifiques d'une manière suffisamment exacte, on peut dire qu'aucune n'est tertiaire. 17 espèces ont leurs identiques dans des couches crétacées, parmi lesquelles 3 se trouvent dans le calcaire à Baculites sous-jacent, 9 dans la craie de Maestricht, 14 dans le calcaire pisolitique du bassin parisien.

Ici encore les raisons tirées de la stratigraphie concordent parfaitement avec celles que fournit l'étude des corps organisés. Des faits assez nombreux démontrent, en effet, qu'avant le dépôt du terrain tertiaire, le terrain crétacé composé du *calcaire à Baculites*, du *calcaire noduleux* et du *falun jaune à coquilles détruites* a été dénudé, et que c'est dans les dépressions résultant de ces dénudations que s'est déposée la marne à Cérites, remplie de fossiles identiques à ceux de Grignon. On peut voir ces superpositions à Fréville, dans l'intérieur de la ferme de la Hougue à Orglande et aux fosses de la Bonneville.

3. L'étude des fossiles montre qu'à l'époque de la craie supérieure la même mer communiquait de Paris à Valognes, à Maestricht et à Faxoë. M. H. a cherché à tracer les contours de cette mer. Au N. E. elle s'étendait très probablement en Westphalie, peut-être en Bohème, baignait les pentes septentrionales de l'Ardenne qu'elle contournait en passant au S. de Mons, par Maubeuge, Landrecies, Vervins, puis, descendant au S. jusqu'à Vertus, elle se dirigeait au S. O. vers Montereau, puis au N. O. vers Meudon, Bougival, Montainville, Mantes et Ambleville; non loin de là elle venait rencontrer le pays de Bray, déjà relevé au moins en partie, en contournait la pointe méri-

dionale et se dirigeait vers le N. par Laversines pour rejoindre la Manche vers Saint-Valéry. Il ne pouvait y avoir, en effet, communication avec le Cotentin que par la Manche et entre les deux protubérances du Bray et du Boulonnais, cette dernière faisant alors partie intégrante de l'Angleterre. La mer de la craie supérieure formait un nouveau golfe fort allongé et plus ou moins élargi entre les côtes de la Normandie et celles d'Angleterre. Le Cotentin a conservé un reste des dépôts qui s'y sont formés. L'étude des terrains tertiaires montre que la Manche était à cette époque un golfe pénétrant jusqu'aux terrains paléozoïques du Cotentin, et non point un canal comme aujourd'hui. Ces roches paléozoïques de la Normandie et de la Bretagne ont dû nécessairement rester unies à celles du même âge de la pointe S. O. d'Angleterre pendant une partie de la période éocène et probablement pendant toute la période tertiaire. Cette jonction était d'ailleurs plus largement établie encore à l'époque jurassique et pendant tout le reste de la période crétacée.

Ce tracé peut se justifier, pour ainsi dire, en chacun de ses points, par des considérations dont le détail ne saurait entrer dans le cadre de cette note. Il diffère considérablement de la configuration du bassin de la craie blanche. Cette différence tient aux mouvements du sol qui ont eu lieu à cette époque.

La craie blanche a été émergée après son dépôt en France et en Angleterre, et même en Belgique avant le dépôt de la craie supérieure. Ce mouvement ascensionnel a imprimé au pays de Bray et au Boulonnais réuni à la région des Wealds, en Angleterre, une partie de leur relief. Entre ces deux protubérances parallèles se trouvait une dépression, dont la vallée de la Somme est restée le représentant. Mais en même temps, ou peu de temps après, une fracture s'est faite partant de cette dépression et se dirigeant du N. E. au S. O. à travers les dépôts de la craie blanche, de la craie chloritée et du terrain jurassique. Cette fracture ne s'est arrêtée qu'aux terrains anciens de la Normandie. La mer a pénétré dans cette dépression et y a déposé le calcaire à Baculites. Mais peu à peu le sol s'est affaissé, et la mer est venue occuper le bassin parisien. C'est à ce moment que se rapporte le tracé décrit ci-dessus, d'après lequel la mer entre par un détroit situé entre la pointe du Boulonnais et celle de l'Ardenne, dans un

double golfe, dont l'un, celui du Cotentin, a son embouchure dans la vallée actuelle de la Somme, et l'autre, celui du bassin de Paris, entre le pays de Bray et Saint-Quentin.

Puis est survenu un nouveau et plus considérable mouvement ascensionnel qui a mis à sec ces deux golfes jusqu'à leur commune embouchure, et a terminé la période crétacée. Les mers tertiaires n'ont point tardé à s'avancer dans le bassin parisien, mais, pendant la période éocène, elles n'ont point pénétré aussi loin au S. qu'à l'époque de la craie supérieure; le calcaire grossier qui s'avance le plus dans cette direction ne va qu'à 3 ou 4 lieues au delà de Paris, et il est remarquable que c'est seulement alors que les mers tertiaires ont pénétré dans le Cotentin. Pendant tout l'intervalle, ce pays était resté émergé. Mais à l'époque du calcaire grossier, on retrouve le double golfe à embouchure unique de la craie supérieure, les mêmes fossiles vivants dans les deux golfes à l'une et à l'autre époque, et de plus une analogie remarquable entre la forme des Mollusques des deux époques, analogie qui autrefois a trompé des observateurs habiles et a fait ranger une partie de la craie supérieure du Cotentin et celle du bassin parisien, dans le terrain tertiaire.

M. H. termine en faisant remarquer que les mouvements du sol que, dans une note communiquée à l'Académie des sciences de Paris, le 9 juin 1851, il avait été amené à invoquer pour l'explication des faits observés sur le calcaire pisolitique parisien, sont exactement les mêmes qui rendent compte des circonstances au milieu desquelles s'est effectué le dépôt de la craie supérieure du Cotentin.

Séance du 19 mars 1853.

Chimie organique. *Acide angélique.*—M. Gerhardt communique les résultats d'un travail relatif à l'acide angélique et exécuté dans son laboratoire par M. Chiozza.

Cet acide, ainsi que M. Gerhardt l'a démontré il y a quelques années, s'obtient très aisément par l'action de la potasse en fusion sur l'essence de camomille; il existe, en effet, entre cette essence et l'acide angélique les mêmes relations qu'entre l'essence d'amandes amères et l'acide benzoïque : l'acide angélique étan

représenté par la formule $C^5H^8O^2$, le principe oxygéné contenu dans l'essence de camomille s'exprime par les rapports C^5H^8O ; ce serait donc l'*hydrure d'angélyle*. Il résulte des nouvelles expériences communiquées par M. Gerhardt que si l'on prolonge l'action de la potasse sur l'essence de camomille, tout l'acide angélique finit par disparaître entièrement pour faire place à un mélange d'atomes égaux d'acide acétique et d'acide propionique ; cette réaction est également accompagnée d'un dégagement de gaz hydrogène, comme celle qui donne naissance à l'acide angélique. On a, en effet :

$$\underset{\text{Ac. angélique.}}{C^5H^8O^2} + 2H^2O = \underset{\text{Ac. acétiq.}}{C^2H^4O^2} + \underset{\text{Ac. propioniq.}}{C^3H^6O^2} + H^2$$

M. Gerhardt fait remarquer que la réaction précédente confirme l'homologie que la composition chimique permettait de supposer entre l'acide angélique et plusieurs autres acides organiques, tels que l'acide oléique (ou son isomère, l'acide élaïdique), l'acide acrylique, etc. Ces acides sont susceptibles de se dédoubler, comme l'acide angélique, l'acide oléique en acide acétique et en acide palmitique, l'acide acrylique en acide acétique et en acide formique :

$$\underset{\text{Ac. oléiq.}}{C^{18}H^{34}O^2} + 2H^2O = \underset{\text{Ac. acétiq.}}{C^2H^4O^2} + \underset{\text{Ac. palmétiq.}}{C^{16}H^{32}O^2} + H^2$$

$$\underset{\text{Ac. acrylique.}}{C^3H^4O^2} + 2H^2O = \underset{\text{Ac. acétiq.}}{C^2H^4O^2} + \underset{\text{Ac. formique.}}{C\ H^2O^2} + H^2$$

Il est probable que les chimistes ne tarderont pas à découvrir de nouveaux termes de cette intéressante série d'acides homologues.

En terminant la communication précédente, M. Gerhardt annonce qu'un autre acide organique, l'*acide cinnamique*, est susceptible de se transformer par la potasse, comme les acides précédents ; lorsqu'on chauffe l'acide cinnamique avec un excès d'hydrate de potasse, il se dédouble en acide acétique et en acide benzoïque, avec dégagement d'hydrogène.

Séance du 26 *mars* 1853.

GÉOLOGIE. *Dépôts stratifiés, roches pyrogènes de la Turquie d'Europe.* — M. Viquesnel a présenté, dans une séance précé-

dente (voir *l'Institut*, n° 996) la carte de son dernier voyage en Turquie ; il a tracé l'historique des matériaux dont il s'est servi pour la construire et indiqué les principales corrections qu'il apporte aux cartes précédemment publiées. Dans une seconde communication à laquelle la première servait d'introduction, M. Viquesnel expose le résumé de ses observations géologiques.

Les *dépôts stratifiés* qui constituent le Rhodope, la chaîne côtière de la mer Noire et la plaine comprise entre ces deux groupes de montagnes appartiennent aux terrains suivants : 1° *schistes cristallins ;* 2° *terrain de transition ;* 3° *terrain crétacé ;* 4° *terrain nummulitique ;* 5° *terrains myocène* et *pliocène ;* 6° *terrain quaternaire.*

1° *Schistes cristallins.* Ils couvrent, dans le Rhodope et dans la chaîne côtière, plus des trois quarts de la surface du sol. Leur partie inférieure se compose de gneiss ordinaire passant au granite, de leptynite et de pegmatite ; à une certaine hauteur du dépôt, les mêmes roches renferment des couches subordonnées de micaschiste, de gneiss talcifère et amphibolifère, passant à l'amphibolite et des couches assez rares de quartzite et de calcaire grenu. L'amphibolite et le calcaire cristallin prennent un grand développement à la partie supérieure. L'association de ces deux dernières roches est un fait si constant dans les montagnes des environs de Sérès, Drama, etc., que, lorsqu'on rencontre l'amphibolite, on peut être certain de voir lui succéder une bande calcaire. Les grands dépôts talqueux et phylladiens si répandus en Turquie se trouvent en dehors du Rhodope ; il en existe cependant de petits lambeaux sur le littoral de la mer Égée et des zones dans la chaîne côtière de la mer Noire.

Les couches inférieures de schistes cristallins se montrent principalement dans la partie centrale du Rhodope ; les couches moyennes et supérieures forment deux larges zones orientées à peu près de l'O. à l'E. La zone méridionale constitue des montagnes dont les plus hautes cimes atteignent 1800 à 2000 mètres ; la septentrionale s'élève dans la crête dentelée du Rilo-Dergh à 3000 mètres.

Parmi les caractères remarquables que présente l'orographie des schistes cristallins, on doit citer le bombement considérable que le sol éprouve suivant une ligne dirigée de l'O. 40° N. à

l'E. 40° S. et tirée de Samakov aux sources de l'Arda. Entre ces deux points extrêmes les montagnes reposent sur un plateau dont l'altitude varie entre 1000 et 1200 mètres et qui présente deux plans inclinés perpendiculaires à sa direction.

2° *Terrain de transition.* Ce terrain, composé de roches arénacées de diverse nature, de schiste argileux et de calcaire compacte, forme aux environs de Constantinople un petit groupe que le Bosphore traverse et coupe en deux parties inégales. Sa faible élévation au-dessus de la mer offre, sous ce rapport, de l'analogie avec les terrains anciens de la Bretagne.

3° *Terrain crétacé.* Le terrain crétacé, qui couvre en Turquie des surfaces considérables, ne se montre que sur trois points compris dans les limites du dernier voyage de M. Viquesnel. L'un de ces gisements situé au N. E. de Kostendil se rattache vers le nord au grand dépôt crétacé de la Bulgarie ; les deux autres se trouvent à Kila et à Inada sur le littoral de la mer Noire. On pourrait peut-être rapporter à la même époque des couches de macigno contenant des impressions bitumineuses de plantes qui supportent le terrain nummulitique à 6 lieues au nord d'Enos.

4° *Terrain nummulitique.* Ce terrain entoure d'une ceinture discontinue les parties méridionale, orientale et septentrionale du Rhodope ; il repose au pied des deux versants de la chaîne côtière de la mer Noire et forme une partie des collines qui dominent le littoral de la mer de Marmara. A l'époque où s'opérait le dépôt, les plaines de la Maritza et de l'Erghéné offraient l'aspect d'un golfe bordé par les schistes cristallins. La mer Égée et la mer de Marmara formaient un seul et même bassin qui communiquait avec la mer Noire par un détroit situé au N. O. de Constantinople.

L'un des caractères les plus constants du terrain nummulitique dans le Rhodope, c'est l'association des éléments du trachyte, et quelquefois du porphyre pyroxénique qui ont été remaniés par les eaux et stratifiés avec les fossiles particuliers à ce dépôt. Au centre des éruptions, les couches fossilifères, ordinairement assez riches en calcaire, reposent sur des conglomérats trachytiques, des trass et des grès feldspathiques ; elles alternent avec ces roches arénacées, et sont recouvertes de trass, de tufs argileux

et de molasse. Au pied méridional de la chaîne côtière, où n'existe aucune trace de roche pyrogène, les couches inférieures se composent d'argile et de grès et supportent les bancs calcaires. Au cap de Kara-Bournou, sur le littoral de la mer Noire, le terrain nummulitique renferme des débris de porphyre pyroxénique analogue à celui des îles Cyanées.

5° *Terrains myocène* et *pliocène*. Les dislocations du sol qui ont suivi le dépôt du terrain nummulitique ont successivement diminué la profondeur du golfe et l'ont converti en lagunes dans lesquelles vivaient des coquilles qui stationnent aux embouchures des fleuves et dans les eaux saumâtres. Ces deux terrains se composent de grès, de molasse et de calcaire; le premier renferme des bancs presque uniquement formés de débris de roches trachytiques et se présente souvent en couches redressées; le second s'étend en couches horizontales ou faiblement inclinées.

6° *Terrain quaternaire*. Les alluvions anciennes s'observent, dans la partie méridionale du Rhodope, jusqu'à 200 mètres au-dessus du fond des vallées, et, dans l'espace compris entre le Rhodope et la mer de Marmara, sur une foule de plateaux. On les trouve sur les collines paléozoïques de Constantinople; et cependant elles ne pénètrent pas dans le Bosphore, dont par conséquent l'ouverture est postérieure à leur dépôt.

Roches pyrogènes. Les roches massives injectées appartiennent: 1° au granite; 2° à la syénite; 3° au porphyre pétrosiliceux quartzifère; 4° à la serpentine; 5° au trachyte; 6° au mélaphyre; 7° au basalte.

1° *Granite*. Le granite n'occupe dans le Rhodope et la chaîne côtière que des espaces très restreints; il se montre sous la forme de dômes, quelquefois à la surface des plateaux, plus généralement au fond des vallées, et pénètre en filons dans les schistes cristallins. L'étude des roches démontre que des injections granitiques ont eu lieu à des époques différentes.

2° *Syénite*. Les gisements de la syénite offrent beaucoup d'analogie avec ceux du granite. Cette roche, très répandue dans le Rhodope et dans la chaîne côtière, renferme du fer oxydulé titanifère en quantité suffisante pour alimenter un certain nombre de hauts fourneaux.

3° *Porphyre pétro-siliceux quartzifère*. Le porphyre est assez

rare. Il forme quelques dykes et filons qui traversent les schistes cristallins, le granite et la syénite.

4° *Serpentine.* Cette roche pénètre en dykes et filons dans les amphibolites et le calcaire grenu. Elle prend souvent une apparence de stratification au milieu des schistes cristallins.

5° *Trachyte.* Les dépôts trachytiques, qui présentent un grand développement dans le Rhodope, ne paraissent pas exister dans la chaîne côtière de la mer Noire. Au centre du bombement signalé dans les schistes cristallins, ils forment des dykes de 1500 à 2000 mètres de hauteur absolue, et s'étendent à l'ouest en un massif coupé par les défilés du Nestus et de son principal affluent. A l'est du bombement et sur le prolongement sud-est de cet accident, ils percent aux points de partage des eaux et produisent des cimes coniques qui atteignent une altitude de 2200 à 2500 mètres au centre des montagnes, et de 1500 à 1800 mètres non loin du littoral de la mer Égée. En avançant vers l'est, on voit décroître les hauteurs des dépôts trachytiques et leurs éléments contribuer pour une large part à la composition des couches nummulitiques. La variété la plus répandue est le porphyre trachytique quartzifère. Elle forme ces lignes de pitons et ces massifs qui viennent d'être signalés.

Les éruptions trachytiques ont précédé, accompagné et suivi le dépôt du terrain nummulitique.

6° *Mélaphyre.* Les roches caractérisées par le pyroxène occupent dans le Rhodope un espace beaucoup plus restreint que le trachyte. Leur principal gisement se trouve dans les vallées de l'Arda et de ses affluents. Ces roches offrent rarement un caractère bien tranché ; leur composition est ordinairement intermédiaire entre le mélaphyre et le trachyte et se rapproche davantage de celle du dernier. Les roches pyroxéniques bordent une partie du littoral de la mer Noire. Leurs débris, comme ceux du trachyte, se trouvent dans les couches inférieures du terrain nummulitique (vallée de l'Arda, cap de Kara-Bournou).

7° *Basalte.* L'excessive rareté du basalte en Turquie est un fait remarquable ; il existe cependant sur la route de Tchorlou à Rodosto et traverse le terrain pliocène. Des débris de cette roche parsemés à la surface du sol, au nord de Malgara, semblent indiquer qu'elle se trouve dans les collines du voisinage.

M. Viquesnel termine sa communication par un résumé dans lequel il cherche à rétablir les anciens rivages baignés par la mer aux diverses époques géologiques et les formes que le sol a revêtues avant de prendre son relief actuel.

Séance du 9 avril 1853.

Physiologie. *Coagulation du sang par le perchlorure de fer.* — M. Geraldès rend compte ainsi d'expériences qu'il a faites :

« J'ai répété à l'École d'Alfort, de concert avec M. Goubaux, professeur de cet établissement, les expériences de M. Pravaz :

» 1° Sur un Ane. L'artère carotide gauche est mise à découvert dans l'étendue de 0m,010 ; ce vaisseau est comprimé du côté du cœur et du côté de la tête, dans le but de retenir du sang entre les points comprimés ; au moyen d'une canule trois-quarts, l'artère est ponctionnée, et 8 gouttes de perchlorure y sont injectées. Aussitôt on constate que les parois de l'artère deviennent moins souples ; mais, pensant qu'il ne s'est point formé de caillot, nous injectons de nouveau une égale quantité de liquide ; un caillot très appréciable se forme dans le vaisseau.

» 2° Sur un Cheval. L'artère carotide gauche est mise à découvert ; le même procédé de compression est employé ; nous injectons cette fois près de 10 gouttes de liquide ; il se forme un caillot de l'étendue de 0m,040.

» Les deux animaux sont abattus deux jours après. Nous constatons que les artères carotides sont remplies par un caillot ayant plus de 0m,015 de long, que ce caillot est noir, comme grenu et ressemblant à du sang de boudin ; que les parois des artères, dans le point correspondant à celui où l'injection a été faite, sont devenues plus minces, qu'elles sont comme racornies, et que leur surface interne ne présente pas le poli et la coloration du reste du vaisseau ; on dirait qu'il y a eu une action chimique produite par le perchlorure de fer sur les parois du vaisseau. Le tissu cellulaire qui environne l'artère a subi une modification bien appréciable ; il est vascularisé et rempli de lymphe plastique. »

Séance du 23 avril 1853.

Oryctognosie. *Découverte d'un diamant intermédiaire en-*

tre le Grand-Mogol et le Régent. — M. Damour communique l'extrait suivant d'une lettre de M. de Castelnau, consul de France à Bahia, relative à cette découverte.

Bahia, 21 mars 1853.

« Vous avez peut-être déjà connaissance de la belle découverte qui a été faite à Bagagem (province de Minas Geraës), d'un énorme diamant de 247 $\frac{1}{2}$ karats, et qui, par conséquent, vient se placer entre le diamant du *Grand-Mogol* (de 279 $\frac{9}{16}$ karats) et le *Régent* (136 $\frac{3}{4}$ karats). Il a été trouvé par une négresse appartenant, comme seule propriété, à un vieillard n'ayant qu'une jambe, et qui avait eu la *folie* d'aller se mettre à laver du *cascalho.* L'esclave a été libérée. Il paraît du reste que, dans un assez court espace de temps (en deux ans), l'on a trouvé, dans cette même province, trois pierres volumineuses : 1° celle dont je viens de parler ; 2° une à la Caxoeira rica (Cascade riche), également au Bagagem, de 120 $\frac{5}{8}$ karats ; 3° une au Rio das Velhas, en un lieu appelé *Tabocas*, de 107 karats. La pierre dont je vous parle est, dit-on, d'une fort belle eau et sa dimension est presque cinq fois celle du *Sancy* (56 $\frac{1}{2}$ karats). »

Le poids du nouveau diamant est, comme on le voit, de 50^{grammes},86125. En calculant sa valeur approximative d'après la règle ordinaire, on trouverait le chiffre 3 062 812 francs.

GÉODÉSIE. — Sous ce titre : *Du véritable méridien d'un lieu*, M. de Tessan communique la note suivante :

« Dans tout corps qui tourne autour d'un axe fixe, on appelle méridien d'un point quelconque de ce corps le plan qui, passant par ce point, contient l'axe de rotation du corps. (Une droite et un point pris hors de cette droite déterminent complétement la position d'un plan.) Cette définition est et doit être indépendante de la forme du corps, de la distribution des masses qui le composent et des actions réciproques que ces masses peuvent exercer les unes sur les autres et sur les corps placés à la surface du corps tournant. C'est ainsi que l'on définit le méridien d'une tache sur le Soleil, d'un pic sur la Lune, etc., etc.

» Cependant, quand il s'agit du méridien d'un point du globe terrestre, on fait entrer dans la définition la direction de la résultante de la gravité et de la force centrifuge, puisqu'on le définit :

le plan qui contient la verticale du lieu et l'axe de rotation de la Terre.

» La force centrifuge étant nécessairement comprise dans le véritable méridien du lieu, on suppose, en général, implicitement dans la définition précédente que, pour chaque lieu, la direction de la gravité coupe toujours l'axe de rotation de la Terre. Or, si l'on fait attention que la Terre n'est pas exactement un solide de révolution, et que les couches dont elle est composée ne sont pas homogènes, du moins dans le voisinage de la surface et précisément aux points où ce défaut d'homogénéité exerce son action déviatrice la plus sensible sur la direction de la gravité, il paraîtra bien difficile d'admettre que ces deux causes de direction de la gravité se compensent exactement en tout lieu; et l'on conclura que la verticale peut et doit même, généralement, ne pas couper l'axe de rotation de la Terre.

» Dans ce cas, il y a impossibilité absolue à comprendre ces deux droites dans un seul et même plan. Aussi, dans la pratique, se contente-t-on de prendre pour méridien d'un lieu le plan vertical qui contient une parallèle à l'axe de rotation de la Terre menée par ce lieu.

» Mais ce plan, ainsi déterminé, n'est pas le véritable méridien du lieu, il coupe celui-ci suivant la parallèle menée à l'axe de rotation de la Terre et fait avec lui un angle donné par la formule :

$$\sin x = \frac{\sin \varepsilon}{\cos \lambda} \text{ ou simplement } x = \frac{\varepsilon}{\cos \lambda},$$

dans laquelle ε est l'angle de déviation, toujours très petit, de la verticale à l'est ou à l'ouest du véritable méridien (angle de la verticale avec sa projection sur ce méridien), et λ la latitude du lieu.

» Les observations du passage des astres dans ce plan ne peuvent donner l'heure exacte du lieu; mais elles donnent l'heure d'un point plus ou moins voisin; car ce plan est parallèle au véritable méridien d'un point voisin dont la longitude est plus occidentale ou plus orientale que celle du lieu de la quantité $\frac{\varepsilon}{\cos \lambda}$, et jouit de toutes les propriétés astronomiques du vérita-

ble méridien de ce point. Aussi n'est-il pas possible, par les seules observations astronomiques faites en un même lieu, de mettre en évidence l'erreur que l'on commet en prenant le vertical parallèle à l'axe de rotation de la Terre pour le véritable méridien du lieu. Mais, si deux observatoires voisins, situés dans un même plan perpendiculaire à l'axe de rotation, sont tellement placés par rapport aux masses déviatrices que leurs verticales soient déviées en sens contraire (ou seulement de quantités différentes) par rapport à leurs véritables méridiens, et que l'on détermine leur différence en longitude par le temps écoulé entre les passages d'un même astre par les deux plans verticaux dans lesquels on observe (et, grâce aux télégraphes électriques, cette détermination peut être faite aujourd'hui avec une très grande précision), on trouvera nécessairement que cette différence de longitude est plus grande ou plus petite que celle qui doit résulter de la position relative de ces deux observatoires, donnée par la géodésie et combinée avec les distances des deux observatoires à l'axe de rotation de la Terre : c'est-à-dire que $2 \text{ angle}\left(\sin = \sqrt{\dfrac{D^2-(R-r)^2}{4Rr}}\right)$; D étant la distance rectiligne des deux observatoires, et R et r leurs distances à l'axe de rotation. La détermination astronomique différera de la détermination géodésique précisément de la somme algébrique des deux erreurs $\dfrac{\varepsilon}{\cos\lambda}$ et $\dfrac{\varepsilon'}{\cos\lambda'}$ relatives à chacun des deux observatoires.

» Il ne paraît pas facile, dans l'état actuel de la science, d'arriver à déterminer séparément chacune des quantités $\dfrac{\varepsilon}{\cos\lambda}$, $\dfrac{\varepsilon'}{\cos\lambda'}$; peut-être y parviendra-t-on un jour, et alors on connaîtra pour chaque observatoire le petit angle ε dont l'axe d'une lunette méridienne doit être incliné à l'horizon pour que cette lunette se meuve dans le véritable méridien du lieu où elle est placée.

» Les lunettes zénithales appliquées à la détermination des longitudes présenteront le même genre d'erreur, puisque leur axe optique, dirigé suivant la verticale, ne se trouvera pas

généralement dans le véritable plan méridien du lieu, mais fera avec ce plan un angle égal à celui que nous avons désigné plus haut par ε. »

Géologie. — M. Hébert fait remarquer que la communication faite par lui à la Société, le 12 mars dernier (insérée dans le nº de *l'Institut* du 23), contient une erreur qui n'était aucunement dans sa pensée. Ce n'est pas, en effet, *il y a près de vingt ans*, mais bien, *il y a près de trente ans*, en 1825, que M. Desnoyers a publié un travail dans lequel il a su distinguer et classer les divers terrains du Cotentin d'une manière si remarquable que jusqu'à ce jour aucun progrès sensible n'avait été apporté à la géologie de cette petite mais bien curieuse contrée. Cette différence de dix années est considérable dans une science qui marche aussi rapidement que la géologie.

Séance du 7 mai 1853.

Tératologie végétale. *De la nature des organes sexuels chez les végétaux ; considérations tirées de l'étude de fleurs anormales chez diverses espèces du genre* Salix. — Sous ce titre, M. E. Germain, de Saint-Pierre, communique la note suivante :

« Une série d'anomalies que j'ai eu occasion d'étudier, pendant plusieurs années consécutives, chez certaines espèces du genre *Salix* (divers individus des *S. caprea* et *cinerea*), m'ont fourni la démonstration de deux faits d'une grande importance pour l'interprétation des organes de la reproduction chez les végétaux.

» 1° Une feuille staminale (appareil mâle) peut revêtir les caractères d'une feuille carpellaire (appareil femelle) ; et une feuille carpellaire peut revêtir les caractères d'une feuille staminale. — La transformation peut être complète (c'est-à-dire : un appareil femelle être substitué à un appareil mâle, et *vice versâ*), ou être incomplète ; dans ce dernier cas, une seule et même feuille peut réunir simultanément les caractères et les fonctions de l'appareil mâle et de l'appareil femelle.

» 2° Bien que faisant partie constituante d'une même feuille, les agents de la fécondation (globules polliniques), et les ovules non fécondés (téguments de l'embryon), n'ont entre eux aucune

similitude de structure ou de position, et des grains polliniques ne se transforment pas plus en ovules que des ovules en grains polliniques. — En effet (dans les cas anormaux que nous avons sous les yeux, comme dans les cas normaux), les grains polliniques sont des cellules modifiées, libres entre elles à leur maturité et également libres de toute adhérence avec le tissu environnant. Ces cellules se développent et restent renfermées dans l'épaisseur de la feuille, entre ses deux épidermes, et ne trouvent d'issue au dehors que lors de la rupture de l'épiderme qui constitue l'une des parois de la loge de l'anthère. — Au contraire, les ovules (quelles que soient leurs déformations et les déformations de la feuille carpellaire) prennent naissance à la surface même de la feuille carpellaire (ordinairement sur ses bords); ils y sont adhérents comme le bourgeon au rameau, et leur support s'accroît en même temps que leurs autres parties acquièrent plus de développement. Dans l'origine les grains de pollen sont renfermés ordinairement par quatre dans une cellule mère; rien de semblable n'a lieu pour les ovules qui naissent isolément à la manière des bourgeons sur le rameau. — Enfin, le grain de pollen se compose de deux cellules concentriques et complétement closes, tandis que l'ovule se compose d'une base portant des tuniques emboîtées, ouvertes au sommet, et peut se comparer à un bourgeon dont l'axe porte des feuilles circulaires superposées.

» Anomalies observées chez le *Salix caprea*. — Chez la forme anormale du *S. caprea*, qui fait l'objet de cette étude (un arbre présentant cette anomalie existe dans le bois de Vincennes, il est actuellement cultivé au jardin du Muséum), on trouve des inflorescences (chatons) mâles presque normales. Les deux étamines de chaque fleur présentent un long filet et sont pourvues chacune d'une anthère biloculaire à loges bilobées, comme dans l'état normal; mais le connectif se prolonge tantôt en une pointe mousse, tantôt en un long appendice terminé par un véritable stigmate papilleux; tantôt ce stigmate est réniforme, tantôt il revêt la forme bifide des stigmates qui terminent les feuilles carpellaires normales.

» Chez un plus grand nombre d'inflorescences (chatons) du même arbre, l'étamine présente des modifications beaucoup plus importantes. Le connectif (porté comme dans l'état normal sur

un long filet) s'élargit en un limbe foliacé, concave, et revêtant l'aspect d'une feuille carpellaire. — Des loges d'anthères complètes ou seulement ébauchées, font saillie à la face interne de cet organe foliacé et renferment un pollen en apparence bien conformé ; sur les bords de la même feuille on observe des ovules chez la plupart desquels on peut distinguer les deux téguments externes, ces ovules sont souvent portés sur une base filiforme très allongée. — Enfin la nervure moyenne du connectif foliacé se termine par un stigmate papilleux entier ou bifide.

» Chez d'autres inflorescences, très nombreuses aussi, le connectif, toujours porté par un long filet, constitue une véritable feuille carpellaire à bords rapprochés, portant des ovules rudimentaires, et terminée par un stigmate bien conformé ; quelques-unes de ces étamines, transformées en carpelles, présentent encore des traces d'anthères ; mais la plupart ne présentent plus la moindre trace d'organes mâles.

» Chez certaines fleurs, la feuille staminale carpelloïde est laciniée, et les laciniures, au lieu de se terminer par des ovules comme dans le cas précédent, se terminent par des appendices stigmatiques irrégulièrement conformés. — Des stigmates peuvent donc remplacer les ovules, mais dans aucun cas je n'ai vu des ovules remplacer le stigmate ; on se rendra compte de la transformation des ovules en stigmates, si l'on considère que le stigmate est un organe glanduleux qui représente, ainsi que beaucoup de glandes végétales, plutôt un organe rudimentaire qu'un organe complet, et qui par conséquent peut terminer les lobes latéraux d'une feuille carpellaire, comme il termine d'ordinaire son lobe terminal.

» Anomalies observées chez le *Salix cinerea*. — La forme anomale du *S. cinerea*, qui fait l'objet de cette étude (1), ne présente de fleurs ni complétement mâles, ni complétement femelles ; néanmoins la forme générale des fleurs semble se rapprocher plutôt du sexe femelle que du sexe mâle ; mais un attribut important du sexe femelle, le stigmate, manque dans toutes les fleurs que j'ai soumises à l'étude.

(1) Un arbre présentant cette anomalie existe dans le bois de Vincennes Je possède le même recueilli dans la Bourgogne.

» La plupart des inflorescences de cet arbre présentent des fleurs dont les deux feuilles sexuelles sont soudées entre elles par leurs bords, comme cela a lieu chez les fleurs femelles, mais non jusqu'à leur sommet. Au delà du pédicelle constitué par les deux bases soudées, se remarque le renflement qui constitue la partie ovarienne. Des ovules plus ou moins nombreux et plus ou moins bien conformés sont fixés aux sutures ou placentas pariétaux; puis cet ovaire devient béant; les deux feuilles carpellaires sont libres et écartées dans leur partie supérieure, et sont converties à ce niveau en véritables anthères; les loges de ces anthères renferment un pollen bien conformé; j'ai dit que le connectif ne se prolonge pas en stigmate.

» Chez d'autres fleurs, la soudure des deux feuilles sexuelles a lieu dans une moindre étendue; les ovules naissent sur des bords non soudés; dans le voisinage du point où cesse la soudure, les anthères présentent un développement complet et occupent les parties latérales du sommet des feuilles carpellaires.

» Chez d'autres fleurs, enfin, la transformation masculine est presque complète, il n'existe presque aucune ou même aucune trace d'ovules, et les anthères sont bien conformées et fertiles; néanmoins la partie libre des deux feuilles sexuelles est élargie et concave, et rappelle encore la forme des feuilles carpellaires.

» En outre, il est à remarquer que, tandis que dans l'état normal la déhiscence des anthères est extrorse, elle est introrse, c'est-à-dire regarde le centre de la fleur dans les diverses anomalies, tant du *S. cinerea* que du *S. caprea*, que nous venons d'examiner.

» Il nous semble que, des faits qui précèdent, on peut déduire, comme nous l'avons exposé en commençant : qu'une même feuille peut être feuille mâle ou feuille femelle, ou en même temps l'une et l'autre; que par conséquent l'étamine n'est pas un organe essentiellement différent de la feuille carpellaire, et *vice versâ;* que, d'autre part, la loge pollinique et les grains de pollen qu'elle renferme ne peuvent être comparés aux ovules, et que ces organes, même dans le cas de l'hermaphroditisme le plus complet, ne se produisent pas l'un pour l'autre, et ne présentent entre eux aucunes transitions. — La loge de l'anthère et les grains de pollen doivent être considérés comme résultant

d'une modification du tissu même de la feuille; et les ovules comme des productions analogues à des bourgeons et naissant sur la feuille carpellaire à la manière des bourgeons. »

Séance du 21 mai 1853.

Optique. *Réfraction.* — M. A. Bravais lit une note dans laquelle il donne l'explication d'un cas remarquable de la réfraction de la lumière.

Lorsqu'un rayon lumineux traverse un milieu formant une série de couches parallèles, dans lesquelles la densité et la puissance réfractive vont en diminuant dans le sens de la marche du rayon, ce rayon lumineux décrit une trajectoire dont la tangente devient de moins en moins inclinée à l'horizon, et finit par devenir horizontale. Pour la détermination de la route ultérieure du rayon, la formule des sinus tombe tout à fait en défaut, et c'est l'expérience qui a appris que le rayon se recourbait, et parcourait de nouveau en sens inverse les couches déjà traversées, en formant une deuxième branche symétrique de la première par rapport à la normale menée par le point où la trajectoire leur devient parallèle.

Quelques géomètres, pour tourner la difficulté, ont admis qu'il y avait là un phénomène de réflexion totale. Poisson a montré, dans sa Mécanique, que la théorie de l'émission pouvait rendre compte d'un phénomène de cette sorte, mais il s'est borné à examiner le cas de deux milieux distincts juxtaposés. Il m'a paru, dit M. B., qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à en chercher la cause dans le système des ondes aujourd'hui généralement admis.

Voici le résultat auquel on arrive. En concevant des couches horizontales, prenant la verticale pour axe des z, le plan vertical qui contient le rayon pour plan des xz, et imaginant l'onde lumineuse s'avançant entre deux lignes parallèles, on voit, d'après la loi que la vitesse est inverse de l'indice l, qu'elle doit être plus grande dans l'onde, du côté qui avoisine les couches les moins réfringentes, et qu'ainsi il doit en résulter une variation continue dans la direction de la courbe. En menant deux normales voisines, en deux points voisins de l'axe de l'onde, points dont je désignerai les coordonnées x, z par $x+dx$, $z+dz$, ds

étant le petit arc intermédiaire, et ρ le rayon de courbure, on trouve facilement :

$$\frac{1}{\rho}=\frac{dl}{ldz}\frac{1}{\left[1+\frac{dz^2}{dx^2}\right]^{\frac{1}{2}}}, \quad (1)$$

où l'on peut remplacer $\frac{dl}{ldz}$ par $\frac{\varphi' z}{\varphi z}$, si l'on pose $l=\varphi z$.

On en déduit pour l'équation différentielle de la trajectoire

$$\frac{\frac{dz}{dx}\,d\,.\frac{dz}{dx}}{1+\frac{dz^2}{dx^2}}=\frac{dl}{l}, \quad (2)$$

et en intégrant $1+\frac{dz^2}{dx^2}=\frac{l^2}{C^2}$,

où C^2 est une constante positive ; de cette équation, on tire

$$l\frac{dx}{ds}=l\sin i=C,$$

i étant l'angle d'incidence : c'est la loi de Descartes, relative à la réfraction. Ainsi l'équation (2), ou l'équation (1) qui lui est identique, sont plus générales que la loi de Descartes, et la comprennent comme intégrale particulière.

De plus, si, dans l'équation (1), on choisit le point le plus bas ou le plus haut de la trajectoire, et si l'on pose en conséquence $\frac{dz}{dx}=o$, on aura

$$\frac{1}{\rho}=\frac{dl}{ldz},$$

ce qui donne la courbure de la trajectoire, et permet d'en continuer le tracé.

M. Grunert, qui, dans son mémoire sur le mirage, est arrivé à l'équation (1) par une voie différente de celle-ci, en a déduit le théorème suivant : « pour toute trajectoire passant par un point » d'ordonnée z, le centre de courbure en ce point est situé sur

» un plan horizontal, déterminé, dont la hauteur au-dessus du

» plan des xy est égale à $z+\frac{\varphi' z}{\varphi z}$. »

Chimie. *De la loi des proportions multiples de Dalton et des atmosphères particulaires.* — M. Ch. Brame dépose sous ce titre une note contenant le résumé d'une communication faite par lui à la Société dans les séances du 13 et du 30 novembre dernier, mais restée inédite.

De l'ensemble des nombreuses citations faites par M. Brame dans ces deux séances, il résulterait, dans son opinion, que, pour comprendre la véritable signification de la loi des proportions multiples, il faut la rapprocher des suivantes : loi des volumes, de Gay-Lussac ; loi des substitutions, de M. Dumas ; loi des chaleurs spécifiques, en raison inverse des équivalents, de Dulong et Petit ; loi des nombres proportionnels thermiques, de M. Regnault ; loi de l'isomorphisme, de M. Mitscherlich ; lois de Berthollet ; loi du mélange des gaz ; allotropie, isomérie, etc.

Il faut aussi tenir compte, à ce point de vue, de la théorie de Laplace, qui attribue à la capillarité la combinaison et généralement les affinités chimiques ; de la théorie de l'affinité capillaire, de M. Chevreul, et enfin de l'opinion de M. Dumas, qui établit que l'affinité est la même force que la cohésion, mais avec des modifications. De plus, il faut rapprocher entre eux un grand nombre de faits de la physique et de la chimie.

M. Brame commence par citer un ensemble de faits qu'il a découverts, ou dont il a donné une nouvelle interprétation.

1. D'après M. Pelouze, le maximum de solubilité du chlore dans l'eau est vers $+10°$.

2. D'après M. Brame, l'eau, jusqu'à $+30°$, dissout beaucoup de gaz ammoniac, et, jusqu'à $+40—43°$, une grande quantité d'acide chlorhydrique.

3. L'eau à zéro, étant agitée, donne une plus grande quantité de vapeur. Celle-ci est visible et condensable en vésicules et cristaux (Ch. Brame). Or on connaît l'ingénieuse théorie de l'arc-en-ciel blanc, proposée par M. Bravais, qui admet que cet arc-en-ciel est produit par des vésicules creuses, à très minces enveloppes.

4. L'eau pure, dépouillée d'air et d'acide carbonique, forme, dans les circonstances convenables, des tubes, des stries, des arborisations variées, effets qui tous indiquent le dégagement d'un gaz ou d'une vapeur. Dans le vide, l'eau déposée sur du noir de fumée se congèle.

5. M. Persoz a vu qu'au moment de la cristallisation, les acides qu'il a produits par oxydation d'huiles essentielles ont dégagé beaucoup de vapeur.

6. Le gaz acide chloreux, mêlé à l'air humide, forme un brouillard épais : dans ce cas, il y a formation d'acide perchlorique, qui se condense.

7. Le soufre a trois vapeurs, que M. Brame a pu observer : l'une blanche, l'autre jaune, la troisième rouge. — M. Dumas a montré que la densité de cette dernière dépassait 6 ; tandis que, dans les composés gazeux, la densité du soufre n'est que le sixième de la précédente. Les trois vapeurs, lorsqu'on les condense, paraissent également caractérisées par la nature et la forme de leurs dépôts (vésicules, utricules, etc.).

8. Les dépôts formés par les gaz et les vapeurs de corps les plus différents peuvent être des vésicules ou des utricules.

9. Les composants des iodures de soufre et d'arsenic se séparent facilement à la température ordinaire, et en même temps le soufre ou l'arsenic peut passer à l'état utriculaire ou à l'état cristallin.

10. L'état utriculaire appartient à des sphéroïdes. Ces sphéroïdes sont des vésicules ou bien des utricules tantôt isolées, tantôt soudées, et, dans ce dernier cas, forment des corps mous. L'utricule et la vésicule sont constituées comme il suit : à l'intérieur, de la vapeur, de soufre, passée en partie à l'état mou ou liquide; à l'extérieur, un tégument membraniforme plus ou moins solide; au dehors, de la vapeur.

11. Les métamorphoses de l'utricule s'effectuent par évolution. Cette évolution est intra, extra ou inter-utriculaire (Développement cristallin).

Par segmentation, l'utricule peut se diviser spontanément en parties solides amorphes et en matière molle cristallisable.

La vésicule et l'utricule peuvent absorber les vapeurs des vésicules ou utricules voisines de même nature, d'où résultent les

cyclides, et une atmosphère autour de la vésicule ou de l'utricule.

Dans les actions chimiques de la vésicule et de l'utricule, les vapeurs des deux corps se combinent; puis il y a pénétration dans l'intérieur.

12. Dans la segmentation des utricules d'iodure de soufre, la majeure partie de l'iode est retenue par le segment amorphe, qui devient brun-noir; l'autre segment ou les autres segments sont du soufre cristallisé incolore ou jaunâtre.

13. Les vésicules et les utricules sont des capsules qui peuvent être vidées, comme les gouttes d'eau creuses dans l'arc-en-ciel blanc.

14. Le mercure, l'iode, le chlorure d'iode, le bichlorure d'étain, le chlore, le sulfure de carbone, le naphte, l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine, etc., pénètrent, à l'état de gaz ou de vapeur, dans l'intérieur des utricules et des vésicules de soufre. Ces vésicules et ces utricules forment donc une cavité close par un tégument perméable.

15. Les corps vitreux peuvent être formés de particules amorphes et de cristaux.

16. Le dégagement de la vapeur d'un corps combiné chimiquement avec un autre peut produire la cristallisation de ce dernier (Ch. Brame), ce qui n'est pas sans analogie avec l'élimination des matières étrangères par la cristallisation (M. Chevreul).

17. Lorsqu'un corps cristallise dans les solutions, les cristaux formés peuvent renfermer du liquide, qui s'échappe ensuite en modifiant ou changeant la forme cristalline.

(*a*) Cristaux octaédriques de soufre, déposés du sulfure de carbone, et contenant du liquide; dégagement du sulfure de carbone, puis retrait et formation de prismes rhomboïdaux droits (Ch. Brame).

(*b*) Expérience de M. Ch. Deville: soufre dissous dans la benzine, formant des prismes obliques qui se changent en octaèdres; élimination du liquide, d'où un courant ascendant.

18. Lorsqu'un corps cristallise après fusion, il peut y avoir solidification d'une partie de la matière, tandis que l'autre se vaporise ou reste liquéfiée, ou dans un état intermédiaire.

(*a*) Aiguilles molles, formées par le soufre fondu.

(*b*) Cristaux perpendiculaires de soufre par retrait (Ch. Br.).

19. Par les vibrations des lames de verre, au moment de la condensation de la vapeur, les utricules et les vésicules peuvent cristalliser, et celles qui persistent décrivent des cyclides qui, par conjugaison, donnent lieu à la formation de courbes variées.

20. La vapeur de mercure peut s'élever jusqu'à près de deux mètres à la température de +30°; dans ce cas, elle colore les vésicules et les utricules de soufre en noir. Il a été constaté qu'elle s'est élevée à un mètre à 5° au-dessous de zéro; à cette température, ou à une température plus basse encore, lorsqu'elle n'agit que peu de temps, elle colore ces particules en jaune ou en rouge (Ch. Brame). Mais, dans aucun cas, la vapeur de mercure, à la température ordinaire, ne réfracte la lumière; do elle serait formée de particules en suspension (M. Arago) (1).

21. Beaucoup de corps ont une odeur et ne perdent pas sensiblement de leur poids : musc, fer, cuivre frottés, etc.; d'autres, paraissant fixes, donnent de la vapeur à la température ordinaire : soufre, bichlorure de mercure, etc. (Ch. Brame).

22. Tous les corps peuvent être volatilisés, même le platine et le carbone pur (M. Despretz).

23. Le diamant, soumis à l'action d'un courant électrique énergique, a formé du carbone mou (M. Despretz).

24. Le soufre mou, durci, redevient mou par l'absorption de la vapeur de soufre, à une température peu élevée.

25. Plusieurs oxydes deviennent incandescents lorsqu'on les chauffe, et ensuite ils sont insolubles.

26. Les corps changent de couleur par la chaleur, et, en général, leur couleur s'exalte.

27. L'eau oxygénée spontanément, ou sous l'influence de corps qui ne lui font éprouver qu'une action physique, perd son second équivalent d'oxygène.

28. L'ammoniure de mercure perd rapidement ou spontanément son quatrième équivalent d'hydrogène.

29. Un froid de 100° affaiblit ou annihile des réactions chimiques extrêmement énergiques.

30. Les sels de mercure, au maximum d'oxydation; le per-

(1) A moins que la modification éprouvée par l'air ne soit pas sensible, en raison de la ténuité même de la vapeur du mercure, à la température ordinaire.

oxyde et le persulfure de ce métal, forment de l'iodure rouge à la température ordinaire, lorsqu'on les expose pendant longtemps à l'action de la vapeur de l'iode, produite à la température ordinaire (Ch. Brame).

Or, on sait depuis longtemps que le chlore déplace l'oxygène de la chaux et s'y substitue, à une température élevée, et qu'il déplace de même l'oxygène de l'eau et s'y substitue, à une température basse, surtout sous l'influence de la lumière solaire (1).

Des faits qui précèdent et d'un grand nombre d'autres qu'il cite, M. Brame est arrivé à concevoir que les particules des corps ont une ou plusieurs atmosphères, comme les particules des trois vapeurs de soufre.

Lorsque les corps sont simples, il appelle cette atmosphère atmosphère particulaire homogène; lorsque les corps sont composés, l'un des deux corps forme une atmosphère qu'il appelle atmosphère particulaire hétérogène.

Les atmosphères particulaires entourent des particules creuses, vides ou pleines; d'où la capsulisation ou l'emboîtement des particules homogènes ou hétérogènes.

Tels sont les résultats généraux de la cohésion et de l'affinité; la loi des équivalents existe entre particules de volume égal, prenant des atmosphères également condensées; c'est la loi de l'adhésion des atmosphères, ou, si l'on veut, la loi de la gravitation particulaire démontrée expérimentalement.

—Dans la séance du 30 novembre, M. Ch. Brame, continuant son exposition, s'est exprimé de la manière suivante :

« Si les idées que j'ai émises dans la séance précédente étaient admises, il en résulterait que, dans l'ordre des phénomènes physiques, on ne considérerait plus que deux états sensiblement distincts : l'état solide et l'état gazeux. De plus, je propose d'établir une échelle de la consistance des corps en mettant à une extrémité le corps le plus ténu que l'on connaisse, c'est-à-dire l'hydrogène, et à l'autre, le corps le plus dur, c'est-à-dire le diamant. Suivant moi, l'ensemble des considérations antérieures

(1) Toutefois, la chaux peut donner lieu d'abord à un oxychlorure, et l'eau à une certaine quantité d'acides oxygénés du chlore.

explique : le point de fusion, la viscosité produite par la chaleur, le point d'ébullition, la consistance des corps mous à la température ordinaire, l'état vitreux, la solution, les encyclies ou cercles sur l'eau, les ondes, le dégagement de la vapeur d'eau au moment de la congélation, l'état sphéroïdal de M. Boutigny (sphéroïde mobile) (1).

» Cela explique le départ de la matière à l'état solide dans l'utricule; la condensation successive et l'augmentation graduelle de la densité de plusieurs corps; la cristallisation du fer, de l'acide borique hydraté et de beaucoup d'autres corps par le mouvement; les effets variés de la trempe sur l'acier, le verre, le bronze, le soufre, qui sont modifiés par la trempe d'une manière si différente; l'expérience de Bellani sur le phosphore, qui n'absorbe pas l'oxygène pur à une température inférieure à $+27^{\circ}$, et qui, au contraire, absorbe l'oxygène et devient lumineux dans l'obscurité, lorsque l'oxygène est mélangé d'autres gaz, ou bien lorsque, l'oxygène restant pur, on diminue la pression. Cela permet de donner une explication de la chaleur produite par le soufre et par d'autres corps au moment de la cristallisation. Cela sert pour expliquer l'adhésion, la capillarité, la mouillure, l'élasticité, la dilatation, les phénomènes appelés catalytiques, l'absorption des gaz par les corps poreux; la fixation par les mêmes corps de composants chimiques qu'ils séparent; l'odeur du fer, du cuivre, etc.

» Parmi les faits qui peuvent encore s'expliquer de cette manière, je citerai les stries formées par le mélange de liquides de densité différente; le pouvoir colorant si remarquable des chromates et de l'acide chloreux; la coloration différente des oxydes anhydres et des oxydes et des sels hydratés correspondants; l'exaltation de la coloration des métaux par des réflexions successives; les anneaux colorés par dépôt de vapeur d'éther hydrique sur le verre (Ch. B.), la globulisation d'une matière molle par les vapeurs d'éther hydrique, de sulfure de carbone, etc., etc. »

M. Ch. B. fait remarquer ensuite que tout ce qui précède est d'accord :

1° Avec cette proposition de M. d'Estocquois : « Les liquides,

(1) Le globule à l'état de sphéroïde mobile a une atmosphère inégale très allongée (queue) (Ch. B.).

dans leurs mouvements, présentent l'apparence d'une masse continue, qui change de forme sous l'influence des moindres forces, mais sans cesser d'être continue ; »

2° Avec les expériences de MM. Favre et Silbermann, qui ont montré que la quantité de chaleur dégagée par la combinaison des diverses formes du soufre avec l'oxygène était inégale. Le soufre cristallisé à chaud et le soufre mou ont en effet dégagé 40 calories de plus que le soufre sous les autres formes.

3° C'est aux mêmes causes que l'on doit attribuer, suivant lui, la chaleur dégagée au-dessous de 100° par le soufre mou (Regnault) ; la chaleur dégagée par le soufre dans le passage d'un état allotropique à l'autre (Scheerer et Marchand); les points singuliers que présente le soufre exposé à l'action de la chaleur ; l'exception présentée par le coefficient de dilatation du soufre (Despretz).

4° Cela est d'accord avec les idées de M. Graham sur le dimorphisme et l'isomérie ; comme on le sait, M. Graham cherche à expliquer le dimorphisme et l'isomérie en admettant que les corps sont constitués par des vésicules remplies de calorique.

5° Enfin, cela est d'accord avec la démonstration, faite récemment par M. Masson, qu'on ne peut pas obtenir de courant électrique dans le vide absolu, ce qui tend à faire admettre l'hypothèse de Davy : « Il ne me semble pas du tout impossible que les particules superficielles des corps, qui peuvent être détachées par le pouvoir répulsif du calorique, puissent être également séparées par les forces électriques et produire de lumineuses apparitions dans le vide. La force répulsive des molécules à la surface des corps peut être assez grande pour produire un arrachement des *particules pondérables*, qui, lancées dans le vide, y forment une atmosphère capable de donner naissance à un courant. »

6° Enfin, cela est d'accord avec les lignes d'affinité de M. Wartmann et la théorie du décroissement d'Haüy, avec les idées de M. Gaudin sur les dispositions respectives des molécules dans les cristaux, etc., etc.

Conclusions. — M. Ch. B., qui se propose de développer par la suite le sujet qu'il a traité dans ces deux séances, croit pouvoir provisoirement formuler sa pensée ainsi qu'il suit :

« A la conclusion qui suit l'exposé que j'ai fait dans la dernière séance, j'ajoute les suivantes :

» 1° La loi des proportions multiples de la chimie est la loi des rapports numériques qui existent entre le diamètre de l'atmosphère ou des atmosphères multiples et le diamètre des noyaux des particules.

» 2° La chaleur et la lumière qui se produisent pendant la combinaison sont le résultat des vibrations des atmosphères particulaires. Les vibrations simultanées des atmosphères et des noyaux produisent les électricités positive et négative ; ce qui est d'accord avec la théorie d'Ampère et avec celle de Berzelius. Comme on le sait, Berzelius voulait que, dans les combinaisons chimiques, le feu soit produit par la réunion des deux électricités, de même que l'étincelle est produite par la réunion des deux électricités dans la bouteille de Leyde. »

Séance du 28 mai 1853.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. *Formation des feuilles.* — M. A. Trécul communique la première partie d'un mémoire sur ce sujet.

Le développement des feuilles, comme celui des tiges, a donné des résultats divers aux botanistes qui l'ont étudié ; c'est pourquoi la plus grande incertitude a régné jusqu'à ce jour sur la formation et l'accroissement de ces organes.

La principale cause de cette incertitude, suivant M. T., c'est que l'on a généralement confondu l'*accroissement* avec la *formation*. Plusieurs botanistes, en effet, ont étudié l'accroissement, et ils en ont déduit le mode de formation. Cette confusion de deux phénomènes très différents les a empêchés de découvrir la vérité.

Pyr. de Candolle, le premier, a émis l'idée que les feuilles se développent de haut en bas ; M. Steinheil l'a développée, mais il a admis que les feuilles composées font exception à cette loi. M. Mercklin a nié l'existence de ces exceptions. Il a prétendu que les folioles supérieures naissent avant les inférieures, et que les stipules se forment non-seulement après la base du limbe, mais encore après le sommet du pétiole. M. Ad. de Jussieu a reconnu, d'après l'examen des feuilles des *Guarea*, que les feuil-

les composées pourraient bien se développer de bas en haut. Suivant M. T., l'opinion de MM. de Jussieu et Steinheil est exacte pour un certain nombre de feuilles, mais il y a de nombreuses exceptions. Ses études sur les racines, les tiges et les bourgeons, l'ayant conduit à celle des feuilles, il a entrepris sur leur formation une longue série d'observations, dont nous allons indiquer les principaux résultats.

Nous dirons de suite que, contrairement aux opinions citées plus haut, ce n'est pas le limbe, sa partie supérieure, qui apparaît toujours la première, mais la partie inférieure de la feuille, la gaîne, quand elle existe, le *rachis*, la nervure médiane, sur les côtés de laquelle se manifeste le limbe (ou les folioles). Si l'on examine avec beaucoup d'attention les cas qui semblent ne pas se rapporter à cette règle, comme beaucoup de plantes monocotylédones, etc., imparfaitement étudiées, on trouvera qu'ils viennent la confirmer.

La tige est terminée par un mamelon utriculaire très délicat, sur les côtés duquel naissent les feuilles ; celles-ci se présentent d'abord sous la forme de mamelons plus petits, alternes, opposés ou verticillés. Quand les feuilles opposées ou verticillées doivent être unies par la base, un bourrelet circulaire les précède sur l'axe ; quand elles ne sont pas confluentes, les mamelons sont isolés; enfin, quand les feuilles alternes sont engaînantes, ou bien la gaîne commence par un bourrelet autour de la tige, ou bien le mamelon qui se montre d'abord s'élargit et finit par embrasser cette tige.

Les feuilles, qui toutes commencent par une telle éminence utriculaire primordiale avec ou sans bourrelet basilaire, suivant qu'elles sont ou non engaînantes, se forment d'après quatre types principaux, que l'auteur désigne par *formation centrifuge* (de bas en haut), *formation centripète* (de haut en bas) (1), *formation mixte* et *formation parallèle*.

Nous reproduirons dans cet extrait quelques-uns des types que l'auteur a décrits pour la *formation centrifuge*.

(1) Dans la *formation centripète*, ce sont seulement les parties du limbe qui naissent de haut en bas ; car, dans cette formation, comme dans la *centrifuge*, la base de la feuille, la gaîne, le rachis se forment d'abord ; et les stipules sont déjà souvent très avancées dans leur développement, que les folioles inférieures ne sont pas encore apparentes. (*Note de l'auteur.*)

Le premier sera fourni par le *Naudina domestica*, dont les feuilles sont plusieurs fois trichotomes.

On verra que toutes les divisions d'une feuille de cette plante naissent de bas en haut et du centre à la circonférence.

Si, dépouillant un bourgeon de toutes ses feuilles, on arrive à un mamelon cellulaire terminal, on le trouve entouré par un bourrelet plus proéminent d'un côté. Cette éminence est l'origine du *rachis* d'une feuille dont le bourrelet est la gaîne.

Le bourrelet et l'éminence s'allongent ; un renflement paraît de chaque côté de celle-ci. Ces renflements, d'abord peu visibles dans le principe, le deviennent davantage à mesure que l'axe qui les porte, grandit ; d'abord latéraux, ils avancent peu à peu sur la face interne de l'axe en s'accroissant, de sorte qu'à cette époque il y a trois axes que l'on croirait indépendants les uns des autres, si on ne les avait pas vus naître. Cependant l'axe primitif est plus élevé que les deux autres ; aussi recommence-t-il à se diviser avant eux ; deux nouveaux renflements se montrent sur lui au-dessus des précédents, ils croissent de même et constituent ainsi deux axes secondaires. Pendant que ceux-ci se développent et qu'il en naît d'autres sur l'axe primaire, les premiers axes secondaires se ramifient ; ils produisent chacun deux mamelons opposés qui grandissent comme eux. Ce sont là les premières divisions tertiaires de la feuille. En se trifurquant de la sorte, elles produisent des rameaux quaternaires. Après cinq ou six subdivisions semblables, la multiplication s'arrête ; les dernières productions se dilatent et se transforment en folioles.

Pendant que le rachis se ramifie, la gaîne croît aussi ; elle couvre une autre feuille qui naît du mamelon utriculaire qui termine la tige. La gaîne de cette dernière revêt à son tour une feuille nouvelle, et le même phénomène se reproduit jusqu'à ce que toutes les feuilles de l'année soient ébauchées.

Prenons maintenant une feuille plus simple, une feuille de *Galega officinalis*, par exemple. Nous la voyons réduite aussi à un mamelon près du sommet de la tige ; ce mamelon s'allonge ; il est muni de ses stipules avant qu'aucune éminence se manifeste sur ses côtés. Cependant ceux-ci se renflent un peu longitudinalement, ils sont creusés d'un sillon sur la face interne ; de ces bords renflés s'élève de chaque côté une éminence qui est

suivie d'une seconde placée au-dessus, et celle-ci d'une troisième plus haut qu'elle. A mesure que le rachis s'allonge, il en naît une quatrième, une cinquième, une sixième et une septième; enfin, la multiplication cesse. Les éminences inférieures se sont allongées pendant que les supérieures naissaient; elles se sont dilatées et transformées en folioles. Le sommet du pétiole subit la même transformation, et toutes les folioles sont pliées longitudinalement sur leur face supérieure.

Beaucoup de feuilles composées des Légumineuses, des Ombellifères, etc., se développent ainsi. Dans celles-ci, les feuilles sont engaînantes; aussi présentent-elles les modifications propres au développement de la gaîne. Dans l'*Helosciadium nodiflorum* les folioles sont étalées au lieu d'être pliées longitudinalement.

La formation des feuilles *paripinnées* ne diffère de celle des feuilles du *Galega*, qu'en ce que le sommet du pétiole ne se change pas en foliole. Dans le *Gleditschia ferox*, etc., cette extrémité reste courte; dans les *Lathyrus*, *Vicia*, etc., la nervure s'allonge pour former des *vrilles* souvent ramifiées.

Parmi les feuilles simples, celle du *Tilleul* est un bel exemple de la *formation centrifuge*. Elle commence, comme cela a toujours lieu, par un mamelon près du sommet de la tige. Ce mamelon s'allonge et se dilate en laissant à la base un rétrécissement qui représente le pétiole. Le limbe, d'abord entier, est bientôt partagé de chaque côté en deux parties par un sinus. Le lobe inférieur correspond à la première nervure secondaire; la partie supérieure se subdivise de cinq à sept fois pour former autant de nervures du même ordre. Vers l'époque de l'apparition de la troisième ou de la quatrième, le lobe inférieur ou le premier, s'étant dilaté aussi, devient sinueux sur ses bords. Ces sinuosités sont les indices de la naissance de cinq à six ramifications de la nervure inférieure.

En ce moment la feuille est munie d'autant de dents ou crenelures qu'il y a de nervures; mais, bientôt, des dents nouvelles paraissent entre les premières; elles annoncent la formation d'autant de ramifications des nervures précédentes. C'est alors aussi que sont produites les nervules qui unissent transversalement les nervures voisines entre elles.

Les poils qui couvrent la face inférieure de la feuille se développent aussi de bas en haut et du centre à la circonférence.

Ainsi, les divers ordres de nervures d'une feuille de *Tilleul* naissent comme les divers ordres de rameaux de l'arbre qui les porte.

On voit par ce qui précède que , dans ce mode de *formation centrifuge*, toutes les parties de la feuille naissent de bas en haut et du centre à la circonférence.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. *Atmosphères particulaires.* — M. Ch. Brame présente des produits récents qu'il a obtenus au moyen de l'antimoine, du bismuth, du zinc, du plomb fondu ou chauffé au rouge blanc, et du mercure bouillant projeté sur des lames de verre, des papiers noircis (noir de fumée), des papiers blancs, épais, etc. Les gouttelettes de ces métaux ont donné lieu à des figures variées, suivant que la température était plus ou moins élevée. En général, ces figures sont des anneaux bruns, entourés par des anneaux blancs (oxydes) formant une pellicule globulaire (1); ces anneaux sont circulaires ou elliptiques. En même temps qu'ils se forment, les métaux se séparent à l'état métallique.

Sur les divers supports, l'antimoine, chauffé au rouge blanc, a marqué son passage par une trace d'oxyde, dirigée suivant une ligne plus ou moins courbe, lorsque la projection n'avait pas lieu d'une grande hauteur ; sur le papier blanc, le passage (trajectoire) est marqué par une trace roussie très légère, et cette trace décrit des courbes élégantes, au bout desquelles quelques globules ont pu se réunir.

M. Ch. B. montre que ce sont les *cyclides*, qu'il a découvertes, qui se forment encore dans les circonstances indiquées ; mais ce que ces nouvelles cyclides présentent de remarquable , c'est qu'elles ont été engendrées par les *atmosphères particulaires*, que M. Ch. B. a également découvertes et qui lui ont permis d'établir quelques nouveaux points de vue, relativement aux phénomènes chimiques.

— Dans une deuxième communication M. Ch. Brame montre

(1) L'oxyde d'antimoine formé dans cette circonstance donne un peu de vapeur à la température ordinaire et présente des actions chimiques particulières, etc.

qu'en faisant tourner lentement un disque métallique, portant une petite quantité de limaille de fer, en l'appuyant sur les deux branches d'un aimant en fer à cheval, la limaille s'arrange d'abord en S, puis au bout de quelques minutes forme un amas circulaire, entouré par un anneau concentrique, dont le bord intérieur est nettement limité. (Cyclides-Atmosphères particulaires, Ch. B.)

— Dans une troisième communication, M. Ch. B. montre quelques phénomènes de capillarité, propres selon lui à jeter du jour sur l'explication de plusieurs métamorphoses que présentent les *utricules-encyclides*. — Des matières ténues sont mises en suspension dans un liquide quelque peu épais ; puis on dépose des gouttes de ce liquide sur des papiers perméables, à une distance telle, que les liqueurs des deux gouttes, en s'étendant, puissent se rencontrer ; il se forme une ligne droite ou presque droite au point de contact, et cette ligne demeure incolore.

— M. Ch. Brame signale ensuite le mélange suivant comme propre à enduire les coussins des machines électriques, pour augmenter la quantité d'électricité produite.

On commence par faire un amalgame, composé ainsi qu'il suit ;

Alliage de Darcet	Bismuth	8	parties.
	Plomb	5	»
	Étain	3	»
Mercure		7-8	»

c'est-à-dire que le poids du mercure doit être à peu près la moitié de celui de l'alliage. On étend l'amalgame sur les coussins, enduits préalablement d'or mussif ; on ajoute un peu de graisse, et ensuite une nouvelle quantité d'or mussif, en quantité suffisante pour rendre la matière bien adhérente ; celle-ci brunit beaucoup.

Par le moyen indiqué, on augmente tellement la quantité d'électricité produite par le frottement, qu'une machine, qui ne donnait d'étincelles qu'à quelques centimètres, put en donner qui allaient jusqu'à vingt-cinq centimètres et en zig-zag.

L'expérience de M. Ch. Brame fait partie d'une série d'expériences qu'il a entreprises sur l'électricité ; il croit devoir faire connaître immédiatement les résultats indiqués, en raison de l'ap-

plication journalière qu'ils peuvent recevoir dans les cabinets de physique, les laboratoires de chimie, etc.

— Une dernière communication faite par M. Ch. Brame est relative au clivage par les liquides et les gaz.

En exposant avec précaution du soufre en masse à l'action du chlore gazeux, on peut assez facilement mettre à nu des cristaux distincts. C'est ainsi qu'il a été possible de faire apparaître dans le soufre en canon de nombreuses aiguilles prismatiques et même des octaèdres à base rhombe.

Séance du 4 juin 1853.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. *Formation des feuilles.* — M. A. Trécul communique la 2e partie de son mémoire, dont la 1re partie a été analysée précédemment. Cette 2e partie traite de la *formation centripète.*

Les feuilles à *formation centripète* ne paraissent pas moins nombreuses que celles qui se développent suivant la *formation centrifuge* qui a déjà été décrite. Les feuilles de beaucoup de plantes de la famille des Rosacées, telles que celles du *Sanguisorba officinalis*, du *Rosa arvensis*, de la plupart des *Potentilla*, sinon de toutes, etc., du *Valeriana officinalis*, du *Cephalaria procera*, etc., ont ce mode de production de ces organes. Toutes les feuilles digitées et les feuilles digitinerviées appartiennent aussi à la formation centripète pour ces nervures digitées (*Carolinea insignis*, *Æsculus hippocastanum ; Paratropia macrophylla*, *Trifolium lupinaster*, *Geranium*, *Helleborus*, *Tropæolum*, etc.). Dans ces plantes, la foliole terminale ou la nervure médiane, si la feuille est simple, comme celle du *Tropæolum majus*, etc., précède toutes les autres ; puis naît la paire de folioles ou de nervures la plus élevée, puis la deuxième paire, ensuite la troisième, et ainsi de suite de haut en bas ou de la circonférence vers le centre de la plante. Quand la feuille est munie de stipules, elles sont nées avant les folioles inférieures. L'auteur n'a pu s'assurer de leur existence avant celle des folioles supérieures.

Voici, au reste, la description succincte d'un des types les plus remarquables de cette *formation centripète ;* il est dû au développement de la feuille du *Potentilla reptans.* — Près du

sommet de la tige ou du mamelon utriculaire qui la termine, se forme une éminence ou un bourrelet semi-circulaire qui s'élève en se rétrécissant vers la partie supérieure. On a ainsi une sorte d'écaille qui embrasse la moitié de la circonférence de la tige. Bientôt, près de cette partie supérieure de l'écaille, qui est assez épaisse, paraît de chaque côté une petite protubérance arrondie qui grandit peu à peu ; au-dessous de celle-ci s'en forment deux autres; mais, avant l'apparition de ces dernières, on voyait les deux côtés de l'écaille se renfler inférieurement, et produire deux saillies qui représentaient les deux stipules. Il est probable, dit l'auteur, que l'apparition des stipules commence avant celle des folioles; mais elle n'est réellement bien sensible qu'après les deux premiers mamelons latéraux ou la première paire de folioles.

Une feuille dans cet état présente donc l'ébauche de toutes ses parties principales : on a, en effet, deux jeunes stipules sur les côtés d'un pétiole très raccourci, et cinq mamelons d'un tissu très délicat, presque gélatineux, qui représentent les folioles.

La foliole terminale, qui est née la première, est plus élevée que ses deux collatérales, et celles-ci sont plus hautes que les deux inférieures. Sur la plus âgée, la terminale par conséquent, on aperçoit un sillon longitudinal qui se creuse, ou mieux dont les bords s'élèvent : ce sont les deux côtés du limbe qui commencent à se montrer. Le même phénomène devient apparent sur la première paire et ensuite sur la seconde paire des folioles. Pendant qu'il se produit sur ces dernières, il s'en manifeste un autre sur les premières. Près du sommet de chacune d'elles, s'élève de chaque côté une proéminence arrondie, puis une seconde au-dessous de celle-ci, ensuite une troisième, etc., qui sont primitivement de plus en plus petites, les unes par rapport aux autres, de même que les folioles à leur origine. Ces dernières proéminences sont les dents des folioles qui correspondent à la naissance des nervures latérales de ces divisions de la feuille.

Pendant que le développement successif de toutes les parties de l'organe s'accomplit, celui-ci prend peu à peu des dimensions plus considérables. Le pétiole s'allonge, les stipules et les folioles s'étendent et prennent la forme qu'elles doivent conserver. Les folioles, d'abord liées longitudinalement sur leur face supérieure,

suivant leur nervure médiane, et imbriquées de manière que celles de la paire supérieure couvrent la terminale, et que celles de la paire inférieure soient appliquées sur celles de la première paire, s'épanouissent à cette époque pour remplir les fonctions auxquelles la nature les a destinées.

On voit, par cet exemple, que non-seulement les folioles du *Potentilla reptans* se forment de haut en bas, mais aussi que l'apparition des dents et celle des nervures latérales de ces folioles s'effectuent dans le même sens.

Quelques mots sur le développement de la feuille de la Capucine (*Tropæolum majus*) ne seront peut-être pas considérés comme superflus. — Cette feuille commence, comme toutes les autres feuilles, par une petite éminence composée de tissu utriculaire qui, en grandissant, forme une écaille ovale. Cette écaille se dilate sur les côtés de manière à présenter inférieurement une partie rétrécie qui est le jeune pétiole, et une autre au sommet, qui répond à la nervure médiane, ou lobe médian ou terminal de la feuille (car elle est lobée dans l'origine). La dilatation produit d'abord deux lobes latéraux, un de chaque côté du lobe terminal, puis il en naît deux autres immédiatement au-dessous, enfin une troisième paire se développe plus bas encore; elle s'avance un peu sur la face antérieure du pétiole, qui se renfle de manière à produire un bourrelet transversal. Ce bourrelet, unissant l'un à l'autre les deux derniers lobes formés, complète la partie inférieure du limbe, dans l'intérieur de laquelle se développent deux nouvelles nervures rayonnantes, comme celles qui vont du centre à chacun des lobes de la feuille. On a dès lors une feuille peltée, dont toutes les parties s'accroissent ensuite simultanément. Le pétiole, qui jusque-là est resté très court, s'allonge, mais il ne grandit point de haut en bas, suivant le mode de formation du limbe; il se développe de bas en haut par sa partie supérieure.

Ainsi, dans la feuille du *Tropæolum majus*, comms dans celle du *Potentilla reptans*, la partie inférieure du pétiole est plus âgée que la partie supérieure. M. T. cite l'expérience suivante comme mettant ce fait hors de doute. — Le 26 avril, un jeune pétiole de *Tropæolum majus*, de 2 centimètres de longueur,

fut divisé en 4 parties égales de 5 millimètres chacune; le 29 mai, on trouva que la division inférieure avait 11 millimètres, la deuxième en avait 17, la troisième 36, et la quatrième ou la supérieure avait 63 millimètres. D'autres mesures prises avant l'arrêt complet du développement ont fait voir que la base a cessé de s'accroître longtemps avant le sommet. La formation centripète n'existe donc que pour le limbe de cette feuille.

Il est des végétaux dans lesquels les deux modes précédents (la *formation centrifuge* et la *formation centripète*) sont réunis. Les lobes des feuilles de l'*Acer platanoïdes*, par exemple, et les nervures médianes de ces lobes qui sont digitées, se forment de haut en bas, suivant la formation centripète : les inférieures sont nées les dernières ; mais les nervures latérales de ces lobes, leurs dents, se sont développées de bas en haut, suivant la formation centrifuge, comme celles du Tilleul, décrites antérieurement. C'est là un des types de la *formation mixte*. Le *Centaurea scabiosa* en offre un autre non moins intéressant : les lobes de la moitié supérieure de la feuille sont formés de bas en haut, ceux de la moitié inférieure le sont de haut en bas. Quelques autres Composées présentent aussi ce second type de la *formation mixte*.

La *formation parallèle* est propre à un grand nombre de plantes monocotylédones. Toutes les nervures se forment parallèlement; mais ici, de même que dans les végétaux dicotylédonés, la gaîne est née la première (*Carex riparia*, etc.). La feuille s'allonge surtout par la base du limbe ou par celle du pétiole, quand il existe (*Chamœrops humilis*, etc.); la gaîne, souvent excessivement réduite, ne s'accroît que plus tard; il en est de même, du reste, à l'égard de celle-ci, dans les Dicotylédones qui en ont une.

M. T. termine cet extrait par quelques mots sur la formation de la feuille du *Carex riparia*. — Cette feuille commence par la gaîne. Celle-ci consiste d'abord en un bourrelet circulaire qui s'élève davantage par un de ses côtés. Cette éminence est l'origine du limbe. Celui-ci, en s'infléchissant de tous les côtés vers l'axe, l'entoure dans le principe comme un capuchon : mais il se dilate bientôt, s'écarte et s'élève verticalement. La partie infé-

rieure du limbe s'accroît dans une proportion beaucoup plus considérable que la partie supérieure, qui finit même par rester stationnaire; aussi, sur des feuilles de 3 millimètres de longueur, le sommet est-il garni de dents *serrées* et nombreuses, quand il n'en existe pas encore à la base; ces dents sont d'autant moins avancées en développement qu'elles sont placées plus bas sur la feuille, si bien, qu'ainsi que nous venons de le dire, il n'y en a pas à la partie inférieure du limbe de ces très jeunes feuilles. En effet, c'est par la base que se fait principalement l'accroissement : elles s'allongent et s'élargissent par ce point à mesure que le bourgeon qu'elles environnent grossit, et de nouvelles nervures longitudinales, parallèles aux premières formées, s'y développent entre celles-ci. Pendant les premières phases de cette évolution de la feuille, la gaîne reste si réduite qu'il faut la plus grande attention pour la découvrir; mais quand l'extension de la feuille est en grande partie effectuée, cette courte gaîne croît à son tour et acquiert la dimension à laquelle elle doit parvenir.

On voit donc, dit l'auteur en terminant, par le petit nombre d'exemples que nous avons cités, et que nous aurions pu multiplier, que les feuilles se forment suivant quatre modes :

1° Toutes les parties des feuilles qui appartiennent à la *formation centrifuge* naissent de bas en haut et du centre à la circonférence ;

2° Dans les feuilles qui appartiennent à la *formation centripète*, le rachis naît d'abord, mais toutes les parties du limbe apparaissent de haut en bas (ou de la circonférence au centre) ;

3° D'autres feuilles participent de ces deux modes de formation : tantôt les nervures principales et les lobes qui leur correspondent se forment de haut en bas, mais les nervures secondaires de ces lobes se développent de bas en haut; tantôt les nervures ou les lobes de la moitié inférieure de la feuille se forment de haut en bas, et les nervures ou les lobes de la moitié supérieure de bas en haut. Ce sont là les deux types de la *formation mixte ;*

4° Enfin, il est des feuilles dans lesquelles les nervures se développent toutes parallèlement les unes aux autres. Elles se rangent dans ce que nous appelons la *formation parallèle.*

CHIMIE. *Nouveau groupe de bases volatiles dérivées de la liqueur des Hollandais.* — M. S. Cloëz, répétiteur de chimie à l'École polytechnique, communique les résultats suivants de recherches dont la liqueur des Hollandais a été le point de départ.

Le nombre des bases dites organiques s'est tellement accru depuis quelques années, qu'un travail qui doit avoir pour effet d'augmenter encore beaucoup ce nombre peut être d'une utilité contestable aux yeux des personnes qui ne voient dans la science chimique qu'un mélange confus de faits isolés, sans chercher à découvrir le lien qui les unit. L'étude de la chimie organique en particulier, considérée à ce point de vue, n'est rien moins qu'attrayante ; mais il en sera tout autrement si l'on parvient à établir des groupes définis ou mieux des séries de corps analogues par leurs propriétés et leur composition. Alors l'accroissement du nombre des faits, loin de compliquer la science, en simplifiera singulièrement l'étude et conduira certainement un jour à trouver pour tous les composés chimiques une nomenclature générale, aussi simple et aussi rationnelle que celle qui a le plus contribué à la gloire des chimistes français de la fin du dernier siècle.

Les procédés ingénieux de M. Hoffmann pour la reproduction artificielle des alcalis organiques ont conduit M. C. à essayer l'action de l'ammoniaque et des autres bases volatiles sur quelques-uns des hydrogènes carbonés, chlorés ou bromés, dont le nombre est aujourd'hui si considérable. Il a commencé ses recherches sur les corps dont la composition peut être représentée par la formule générale

$$C^{2n}H^{2n}Cl^2 \text{ ou } C^{2n}H^{2n}Br^2.$$

Le composé le plus simple appartenant à ce groupe est la liqueur des Hollandais. L'action que la dissolution alcoolique de potasse exerce sur ce corps et sur la liqueur bromée correspondante a conduit M. Regnault à représenter leur constitution par les formules

$$C^4H^3Cl, HCl \text{ et } C^4H^3Br, HBr.$$

Considérant cette manière de voir comme exacte et guidé par la netteté de la réaction qui l'a fait admettre par tous les chimistes, M. C. fit réagir dans des tubes de verre scellés à la lampe,

une dissolution alcoolique d'ammoniaque sur l'hydrogène bicarboné bromé, dans l'espoir d'obtenir le produit azoté correspondant à la base cacodylique C^4H^5Az isolée par M. Bunsen.

La réaction entre les deux liquides paraît nulle à froid ; ils se mélangent sans se décomposer ; mais si l'on chauffe le mélange en plongeant les tubes qui le renferment dans un bain-marie que l'on maintient à la température de 100°, on voit au bout de deux ou trois heures se former un dépôt abondant de brômhydrate d'ammoniaque qui augmente encore par le refroidissement. Après douze heures d'ébullition la réaction paraissant terminée, on laissa refroidir les tubes et on en brisa la pointe effilée. Le dépôt salin qu'ils contenaient fut séparé par le filtre du liquide ammoniacal qui l'imprégnait, ce liquide lui-même, soumis à l'évaporation, laissa un résidu solide déliquescent qui, décomposé à chaud par un mélange de potasse et de chaux vive, fournit d'abord un liquide limpide excessivement caustique, ayant une odeur ammoniacale très prononcée ; en continuant à chauffer il passe à la distillation un liquide moins fluide qui finit par devenir visqueux.

Le produit condensé dans le récipient n'avait pas les caractères d'un corps pur. Après l'avoir mis en contact pendant 24 heures, et à plusieurs reprises, avec de la potasse fondue, on le soumit à la distillation dans une cornue tubulée, munie d'un thermomètre. La température s'élève graduellement jusqu'à 140 degrés, point auquel le liquide entre en pleine ébullition et distille en partie ; au bout de quelque temps, la colonne mercurielle du thermomètre continue à monter, et elle indique pour le liquide distillé en dernier lieu un point d'ébullition supérieur à 350°.

La partie la plus volatile, recueillie à point, forme à peu près le tiers du liquide brut. Elle fut soumise de nouveau à la distillation et passa presque entièrement entre 140 et 145 degrés.

La substance ainsi obtenue possède tous les caractères d'un composé défini. Ses précipités physiques et chimiques la rapprochent de la pipéridine étudiée par M. Cahours. C'est un liquide incolore, très limpide, doué d'une odeur particulière, légèrement ammoniacale. Sa saveur est très caustique, il ramène immédia-

tement au bleu le papier rouge de tournesol et sature les acides avec lesquels il forme des sels qui cristallisent généralement avec la plus grande facilité.

La composition de cette substance peut être représentée par la formule $C^2 H^3 Az$; elle résulte des analyses que M. C. a faites de la base libre de son chlorhydrate et du chloroplatinate. Cette nouvelle base, qu'il désigne sous le nom de *formyliaque*, peut être considérée comme de l'ammoniaque dans laquelle un équivalent d'hydrogène a été remplacé par un équivalent de formyle $C^2 H$.

La formyliaque réagit, même à froid, sur les éthers bromhydriques de l'esprit de bois, de l'alcool et de l'huile de pommes de terre; elle produit ainsi les bromhydrates de nouvelles bases liquides dont on peut aisément prévoir la composition. M. C. n'a pas encore pu se procurer ces matières en quantité suffisante pour pouvoir les étudier convenablement.

Le liquide brut dont on a séparé la formyliaque par distillation fournit une seconde base qui boût vers 200°, et que M. C. croit être l'*acétyliaque* $C^4 H^5 Az$. Les analyses qu'il a faites de cette substance ont donné des nombres qui ne s'accordent pas assez pour qu'il puisse dès à présent lui assigner une composition certaine. Il en est de même du produit visqueux également basique qui boût à une température supérieure à 300°. Il se propose de continuer l'examen de toutes ces matières, et si les résultats qu'il obtient lui paraissent dignes d'intérêt, il les fera connaître ultérieurement à la Société.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. *Sur le passage de la ligne courbe à la ligne droite dans la cristallogénie utriculaire. (Sphéroïdie et orthoïdie.)* — M. Ch. Brame communique, sous ce titre, une note dont voici le résumé :

C'est dans les résultats de ses nombreuses expériences sur les utricules de soufre, de phosphore, d'iode, de camphre, d'iodures de soufre et d'arsenic, de sulfures d'arsenic, etc., que M. Ch. B. dit avoir pu saisir ce passage ; et il présente à la Société beaucoup de dessins exécutés à la chambre claire, qui lui paraissent ne pouvoir pas laisser le moindre doute sur la rigueur

de la démonstration relative au passage indiqué de la sphéroïdie à l'orthoïdie, c'est-à-dire de la forme courbe à la forme droite. M. Ch. B. présente d'ailleurs des objets, qui correspondent aux dessins mis sous les yeux de la Société.

Voici les résultats de quelques expériences probantes :

1° Augmente-t-on la mollesse d'une utricule de soufre par la chaleur ? Elle se développe en table parfaitement carrée ; mais, dans l'épaisseur extrêmement mince de cette table, on distingue nettement la partie du cristal qui correspond à la calotte aplatie de l'utricule du côté du support ; celle-ci forme une croix à branches arrondies et disposées suivant les diagonales ; ou bien d'autres figures, terminées par des lignes courbes, disposées, comme les précédentes, suivant les diagonales.

2° Par la traction et la pression, au moyen du doigt, sur une très petite quantité de soufre liquide (moins d'un milligramme), on obtient, parmi beaucoup d'autres objets, nombre de tables à base carrée.

3° Si l'on étend sur une lame de verre une couche mince de soufre liquide, obtenue au moyen du dépôt prolongé de la vapeur, il s'y forme par retrait un grand nombre de tables à base carrée.

4° Lorsqu'on aplatit avec le doigt la calotte sphéroïdale supérieure d'une utricule, il s'y forme quelquefois une table à base carrée.

M. Ch. B. explique la formation des tables à base carrée dans les quatre expériences, en considérant que, quelles que soient les forces qui agissent au moment de la formation des tables carrées d'origine utriculaire, on peut toujours ramener à deux les forces génératrices : l'une dirigée suivant la diagonale du carré, l'autre égale et perpendiculaire à celle-ci. Le côté du carré est précisément suivant la direction de la résultante; et ce côté ou arête se trouve par cela même à égale distance de chacune des deux composantes (45°). La formation de la face inférieure du cristal étant ainsi expliquée, la cohésion suffit pour expliquer celle des autres, la table cristalline étant d'ailleurs extrêmement mince.

Quelles sont les forces génératrices?

Dans les deux premiers cas, l'une est nécessairement l'adhé-

sion, l'autre, la force d'expansion ou d'évolution, qui pousse la matière en avant (chaleur, doigt).

Dans le troisième cas, l'une des deux forces est encore l'adhésion, l'autre est la cohésion qui produit le retrait.

Dans le quatrième cas, l'une des deux forces est la cohésion, l'autre est la force d'expansion ou d'évolution imprimée par le doigt.

Il est vrai que M. Ch. B. a montré que, si les cristaux de soufre en table à base carrée, obtenus dans les circonstances indiquées, sont géométriquement des carrés, physiquement, ce sont des tablettes à base de losange ou rhombe. Mais les utricules de phosphore, d'iodure de soufre, d'iodure de mercure, d'orpiment, etc., forment également des tables carrées par l'action de la chaleur. De plus, par les moyens précités, M. Ch. Br. a obtenu, non-seulement des tables carrées anomales de soufre ; mais, par la chaleur, ou sous la pression du doigt, l'utricule de soufre peut se développer en prismes droits ou rhomboïdaux droits; et, sous la pression du doigt, former aussi des octaèdres droits, à base rhombe, complets ou modifiés.

Des résultats analogues ont été obtenus avec les autres corps, qui ont pris la forme utriculaire, et qui ont été cités au commencement de cet article ; seulement d'autres formes cristallines sont apparues : octaèdre à base carrée, prisme hexagone régulier, rhomboèdre, etc.

M. Ch. B. entre ensuite dans plusieurs considérations sur les idées de M. Weiss, relativement au système cubique, que M. Weiss appelle sphéroédrique. M. Ch. B. cherche à rendre compte au moyen de sphères de pâte de porcelaine, sur lesquelles il exerce diverses pressions, de la génération des trois systèmes rectangulaires dans toutes les circonstances, mais principalement dans les liquides et les corps mous. La sphère peut engendrer le cube; le cylindre, le prisme à base carrée; un ellipsoïde, le prisme droit rhomboïdal. Les sphéroïdes utriculaires peuvent d'ailleurs produire les deux premiers systèmes; et le troisième est engendré par des utricules ellipsoïdales de soufre, etc. Les octaèdres qui correspondent aux trois prismes droits seraient engendrés par de doubles cônes à base circulaire ou elliptique ;

et, en fait, ce dernier cas est présenté réellement par le soufre utriculaire.

Des pressions exercées obliquement produiraient les trois systèmes de prismes obliques ; mais le prisme hexagone régulier, simple ou pyramidé, peut être produit par l'évolution péricristalline d'utricules sphéroïdales. Exemples : utricules de phosphore, de camphre, etc.

Le soufre, le phosphore, le camphre, les iodures de soufre et d'arsenic, etc., se prêtent bien aux démonstrations expérimentales, relativement au passage direct de la sphère ou du sphéroïde (sphéroïdie) à plusieurs systèmes cristallins (orthoïdie).

Le diamant, l'or, le fluorure de calcium fournissent dans la nature des exemples remarquables du passage de la sphère au système cubique ; M. Ch. B. cite ces exemples à l'appui des idées qu'il a développées dans cette séance.

Séance du 18 juin 1853.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. *Sur les cristaux de la neige et sur la forme utriculaire de l'eau.* — M. Ch. Brame rapporte que le 25 mars 1850, entre 8h et 9h du matin (B. 0m,752.Th. —3°), il tomba à Tours un peu de neige rare, qui ne tarda pas à fondre, le soleil étant apparu, et l'air à l'ombre s'étant rapidement réchauffé jusqu'à +7°, et que cependant il a eu le temps de faire les observations suivantes :

1° En général, la neige observée est composée de petits flocons sphéroïdaux de 2mm à 3mm de diamètre, lesquels paraissent formés eux-mêmes de très petits grains plus ou moins arrondis, ou bien de petits cristaux sans forme distincte ; ces flocons sont opaques en général ; cependant il y en a de transparents. Il semble que la grêle peut commencer ainsi ; que ces flocons sont de la grêle imparfaite ; en un mot, que c'est là une des origines de la grêle.

2° Il a observé aussi des rosettes à six découpures plus ou moins profondes, et un certain nombre de petites étoiles opaques blanches : les unes paraissant régulières, d'autres irrégulières ; mais les unes et les autres ont en général six rayons. L'une de ces étoiles (régulière), un peu plus grande, présentait au centre une petite cavité, laquelle contenait un petit globule adhérent.

Une autre formait la base d'un prisme hexagone à angles rentrants.

3° Grand nombre de petites aiguilles transparentes étaient groupées de différentes manières, mais formant toujours six rayons, paraissant disposés très régulièrement. Ces aiguilles ont un aspect cotonneux. La plupart des systèmes reposent sur l'extrémité d'une aiguille; quelques-uns sont couchés.

4° La neige qu'on observait était tombée sur des planches, couvrant une gouttière devant une croisée. Elle commença bientôt à fondre; alors on put démêler parmi les divers objets qu'on avait sous les yeux, de petits fragments de glace, anguleux, mais sans forme distincte; ces petits fragments étaient transparents. (Dans une autre circonstance, la neige à demi-fondue a pris une forme mamelonnée.)

Le lendemain 26 mars, il tomba de nouveau de la neige à Tours (B. $0^m,753$. T. —8°). Parmi les divers objets qu'on a étudiés en divers endroits, on a pu distinguer des étoiles analogues à celles de la veille, mais présentant des aiguilles dentelées entre les branches, et de plus des lames minces, hexagonales, paraissant bien régulières, dont le côté avait 3^{mm}. Ces lames étaient extrêmement minces.

M. Br. fait remarquer que plusieurs des observations précédentes sont en général d'accord avec celles du capitaine Scoresby, de M. Dufrénoy, sur la forme ordinaire de l'eau cristallisée (prisme à base d'hexagone régulier); mais que les autres observations doivent être rapprochées de celles de plusieurs auteurs et d'expériences et observations de M. Ch. B. lui-même, sur l'état utriculaire de l'eau; et qu'alors seulement on peut bien saisir leur signification.

Pendant son ascension au Mont-Blanc, M. Bravais a remarqué dans le givre des prismes hexagones, paraissant striés et dont l'accroissement inégal était nul dans la direction des deux arêtes tournées vers le sol. De plus, M. Bravais a cherché à établir que la forme principale de la glace étant le rhomboèdre de 120°, une des formes dérivées serait le cube, et une autre forme, qui n'apparaîtrait que dans des circonstances exceptionnelles, serait le prisme à base carrée. Quelques autres physiciens ont observé la forme rhomboïdale (Leydolt, Schmit). Descarte

avait observé et a donné des figures de neige en étoiles, et enfin en rosettes, semblables à celles que M. Br. a observées lui-même. M. Dufrénoy a vu de la neige, tombée depuis quelque temps, éprouver un mouvement moléculaire tel, qu'elle formait ensuite des étoiles à six rayons.

M. Brame cite ensuite les observations de M. Desnoyers sur les grêlons en couches concentriques, d'autres sur les grêlons dont les couches étaient disposées en hélice (Paris, 1846). Puis, passant à un autre ordre de faits, il rappelle ses observations sur l'état vésiculaire et utriculaire de l'eau, obtenu par le dépôt de vapeur à une température basse, sur les dendrites cycloïdes qu'on peut former sur les vitres, au moyen de l'action de l'haleine, sur les cristaux phylloïdes, sur les tubes, stries, etc., qui apparaissent dans l'eau au moment de la congélation; enfin sur l'état mou des lames mêmes de glace et de certains cristaux d'eau au moment de leur formation, de la neige, de la grêle, etc.; et il dit que cet ensemble d'observations concourt pour démontrer que les phénomènes observés dans la fusion de la neige, de même que les différentes formes que celle-ci présente, peuvent être facilement expliqués par la préexistence de l'état utriculaire, et par ses métamorphoses ultérieures (évolution, retrait, etc.).

C'est ainsi qu'il lui paraît que l'on peut expliquer les petits grains arrondis des flocons, les rosettes, les étoiles, les groupements d'étoiles dans l'air, ou après la chute de la neige (M. Dufrénoy), les étoiles à cavités contenant un petit noyau ; les mamelons, les stries et la forme incomplète du prisme hexagone, observé par M. Bravais dans le givre du Mont-Blanc. De plus, c'est ainsi que l'on peut expliquer suivant lui les trois systèmes (cube, prisme à base carrée, rhomboèdre), admis par M. Bravais dans la cristallisation de l'eau, et de la forme rhomboïdale observée par MM. Schmit et Leydolt, en tenant compte des diverses circonstances du passage de la ligne courbe à la ligne droite, dans les sphéroïdes utriculaires, indiquées par M. Ch. B. (Voyez *l'Institut*, n° 1021). Enfin cela explique encore le passage des cristaux de la neige, à la forme des grêlons, et les diverses formes de ceux-ci, leurs couches concentriques, ou en rosettes, en hélice, etc.

Physique moléculaire. — M. Ch. Brame communique une note sur la *sphéroïdie mobile* (état sphéroïdal de M. Boutigny).

M. Ch. B. rappelle qu'il a rapproché la *surfusion* et l'état sphéroïdal de l'état utriculaire, et que ces rapprochements ont été admis par M. Dufrénoy, dans son rapport lu à l'Académie des sciences de Paris (séance du 14 mars 1353). — « De même » que l'eau en globules, dit M. Dufrénoy, exposée sur une plaque » de fer, chauffée au rouge, ne se volatilise pas immédiatement, » le soufre, le phosphore, le sélénium, etc., déposés sous forme » d'utricules, restent mous pendant longtemps avant d'obéir aux » lois de la cristallisation. »

La relation, l'analogie entre les deux états, a dit M. Ch. B., résultent encore de ce qu'ils ont la même forme et de ce qu'ils ont l'un et l'autre pour cause la condensation d'une vapeur.

Après avoir fait le récit d'un grand nombre d'expériences qui lui sont propres, et qu'il a entreprises soit pour connaître la nature et les causes de l'état sphéroïdal, soit pour établir la comparaison entre ce dernier et l'état utriculaire, M. Ch. B. s'exprime ainsi qu'il suit :

« C'est en 1847 que je me suis servi pour la première fois (congrès de Tours) d'un petit panier ou capsule en fil d'argent ; et j'ai cru ne faire autre chose que confirmer, en le rendant plus sensible, le résultat que l'on obtient avec une plaque en cuivre, percée de petits trous, et que l'on doit à M. Boutigny. Tout ce que j'ai vu depuis six ans, et tout ce que l'on a fait depuis cette époque, me démontre que c'est le sphéroïde lui-même qui touche le support, et cela plus ou moins, suivant les liquides. Le manomètre de M. Person n'exclut pas cette idée : en effet, le tube du manomètre peut *déboucher à sec*, suivant l'expression de M. Person, sans que pour cela le sphéroïde soit séparé du support par une couche de vapeur interposée. La partie plongeante du manomètre est au sphéroïde, dans ce cas, ce que l'ellipsoïde de cuivre, porté au rouge, est à la couche d'eau qui s'écarte, dans une expérience de M. Boutigny. Bien plus, la partie plongeante du manomètre peut provoquer un dégagement inté-

rieur de bulles, comme le fait un fil métallique, sans que pour cela l'état sphéroïdal soit détruit.

» La gouttelette d'éther sphéroïdal de M. Zantedeschi, exécutant un mouvement de rotation, est un fait que je connais depuis longtemps; il est commun à tous les corps auxquels j'ai fait prendre l'état sphéroïdal; de là le nom de sphéroïdie mobile que j'ai cru devoir donner au phénomène. (Spongiolie, Ch. B., 1817.)

» Les deux atmosphères de vapeur de MM. Boutigny et Zantedeschi ne se sont jamais montrées à moi-même que comme une atmosphère unique, en forme de cône, à base sphéroïdale; de même que sur le crible en fil métallique, le globule sphéroïdal s'enveloppe de vapeur sur une surface métallique continue; mais dans ce dernier cas, l'atmosphère est inégale, très allongée d'un côté (queue), et peut brûler avec énergie, en formant une flamme brillante, lorsque le sphéroïde appartient aux liquides combustibles.(1) Le mouvement semble en général ralenti dans une capsule en fil métallique, et l'évaporation y est nécessairement plus rapide; ce qui s'explique bien par les observations précédentes.

» La goutte suspendue sur un anneau de platine, à proximité de la surface échauffée (expérience de M. Person), en s'évaporant plus lentement que le globule à l'état sphéroïdal, témoigne encore en faveur de ma proposition.

» D'après cela les liquides volatils (2) sont-ils complétement soutenus, ou bien le sont-ils seulement en partie par leur vapeur? Là est la question. La direction que prend la vapeur (alcool, éther, esprit de bois, soufre, iode, etc.) que je viens d'indiquer, annonce des alternatives. D'ailleurs, la vapeur paraît produite surtout par le bord des sphéroïdes; de là les mouvements de rotation sur eux-mêmes, ceux de va-et-vient, de trépidation, etc.; de là les figures variées des sphéroïdes, pa-

(1) En opérant dans une capsule profonde, il est facile d'empêcher la combustion.

(2) Les huiles et autres corps gras prennent difficilement l'état sphéroïdal, et à cet état produisent non-seulement de l'acide carbonique, mais encore une grande quantité de vapeur d'eau.

raissant dériver d'ellipsoïdes qui s'entrecroisent ; les cercles et les facettes de leur surface supérieure ; de là la forme générale de disque, de lentille plano-convexe, à convexité supérieure ou inférieure, qu'ils prennent spontanément, et qui varie suivant les circonstances. Enfin de là encore les formes en besace, en nappe, qui apparaissent par l'étirement du globule en divers sens.

» S'il faut chauffer davantage les liquides moins volatiles, pour leur faire prendre l'état sphéroïdal, cela se déduit encore des observations précédentes.

» Les explications données jusqu'à ce jour relativement aux causes qui provoquent l'état sphéroïdal ou sphéroïdie mobile, me semblent réfutables ou insuffisantes. (Action à distance sensible et réflexion du calorique rayonnant — force répulsive du calorique — chaleur transmise par les fluides élastiques, et surtout par la couche très mince de vapeur surchauffée qui retient le liquide — le liquide est soutenu par de la vapeur interposée, etc.) La véritable explication me semble ressortir de l'étude de la condensation de la vapeur, de celle des mouvements du sphéroïde sur une surface continue, et des mouvements de la queue de vapeur, qu'il emmène avec lui. Il est clair que le liquide, sans cesse déplacé, éprouvant des oscillations rapides, qui ne sont pas niées par M. Boutigny, ne peut prendre la température de l'ébullition ; le support avec lequel il n'est en contact que par quelques points (1) ne pouvant l'amener à cette température. La différence 3°,5 entre le point d'ébullition et la température de l'eau à l'état sphéroïdal est celle que la vapeur d'eau peut communiquer à l'eau, lorsqu'elle est comprimée par celle-ci (0^m,76,100°).

» La limaille de fer ou tout autre corps rugueux en poudre abaisse le point d'ébullition ; de même un fil métallique, plongé dans le globule sphéroïdal, y détermine une ébullition partielle et intérieure.

» En résumé : 1° Si la ligne courbe appartient nécessairement aux corps à l'état sphéroïdal, et non la forme sphéroïdale proprement dite, les autres formes que prend le globule dérivent de celle-ci (sphéroïdie). 2° Le sphéroïde a des points de contact

(1) Avec le crible, la capsule en fil métallique, ou la plaque percée de trous, rien d'essentiel n'est changé.

avec le support et se maintient dans un équilibre instable, qui se reproduit sans cesse, tant que la matière n'est pas en trop petite quantité. Par suite de l'évaporation, le globule devenu très petit finit toujours par se fixer. 3° Le mouvement suit la résultante de l'adhésion, qui détermine la fixation instable, et de l'impulsion, produite par le dégagement de la vapeur. »

D'après cela, M. Ch. Br. croit avoir justifié le nom de *sphéroïdie mobile*, par lequel il représente le phénomène. Ce nom lui paraît avoir l'avantage de rattacher cette sorte de sphéroïdie à celles qui ont été décrites, et il propose d'en former trois groupes : sphéroïdie fixe ; sphéroïdie statique; sphéroïdie mobile.

La *sphéroïdie mobile* est l'état sphéroïdal ; la *sphéroïdie fixe* comprend l'état utriculaire. Quant à la sphéroïdie statique, les globules de mercure ou ceux de soufre fondu, en repos sur une lame de verre, mais capables d'y rouler lorsqu'on incline la lame, en présentent des exemples.

On avait avancé que les petits globules de mercure ne touchaient pas le verre et en étaient séparés par une couche d'air ; on s'était appuyé sur ce fait pour admettre que le globule de la sphéroïdie mobile ne touche pas la surface échauffée. M. Ch. B. montre à la Société des globules de mercure sur la paroi de tubes de verre, qui ont été produits, soit par division de gouttes de mercure, soit par la condensation de la vapeur de ce corps ; *les plus petits* de ces globules touchent le verre par une surface aplatie ; ils ont donc la forme des utricules, et celle de beaucoup de globules de la sphéroïdie mobile (état sphéroïdal), et appartiennent eux-mêmes à la *sphéroïdie fixe*.

Séance du 2 juillet 1853.

ANATOMIE COMPARÉE. *Térébratules.* — M. Pierre Gratiolet lit la note suivante sur les muscles des Térébratules, et en particulier de la Térébratule australe (*Terebratula australis*, Quoy et Gaymard, Voy. de l'Astrolabe).

« On sait que les Brachiopodes sont complétement dépourvus de cet appareil élastique qui entr'ouvre la coquille des Bivalves Lamellibranches. Suivant Cuvier (mémoire sur la Lingule), l'animal a un autre moyen d'ouvrir sa coquille, qui consiste dans

ses bras. « Lorsqu'il les fait sortir, il écarte avec eux les bords » des valves comme avec des coins. »

» M. de Blainville (art. Térébratules du Dictionnaire des sciences naturelles), cherchant une cause au mouvement qui écarte les valves, l'explique en partie par une action des bras, et par un effet de la pesanteur qui fait suivant lui retomber la valve inférieure pendant le repos des muscles constricteurs.

» M. Owen (mémoire sur l'anatomie des Brachiopodes) accepte à certains égards l'opinion de Cuvier et de M. de Blainville sur le rôle des bras ; mais il suppose que, dans certaines espèces de Térébratules douées d'un système apophysaire intérieur très développé, les valves pourraient bien s'ouvrir par suite d'un mouvement d'élévation des anses du système apophysaire de la valve inférieure contre la valve perforée. C'est là une nouvelle hypothèse et qui lui appartient exclusivement.

» M. Alcide d'Orbigny a plus récemment proposé une hypothèse différente. Il suppose que dans certains cas le manteau lui-même opère l'écartement des valves. « Il ne serait plus extraor» dinaire, dit-il, que les cils du manteau, toujours placés au bord » des valves, ne fussent appelés à remplir ces fonctions, surtout » lorsque les bras manquent tout à fait, et qu'aucun autre or» gane n'arrive au bord de la coquille » (mém. sur les Brachiopodes dans les Ann. des sc. nat., nov. 1847, p. 264).

» Toutes ces hypothèses sont plus ou moins ingénieuses, mais aucune d'elles ne satisfait une raison sévère. Le seul M. Quenstedt (*Archiv* de Viegmann, t. II, pag. 220, 1835) me paraît avoir touché à l'explication véritable. Cet habile anatomiste, se fondant sur des raisons très précises tirées du mode d'articulation des valves, signale le premier deux ordres de muscles, dont les uns ferment et dont les autres ouvrent la coquille. Malheureusement la note de M. Quenstedt est succincte, et n'est point accompagnée de planches ; aussi l'opinion de cet habile auteur n'a point fait fortune et n'est pas même citée dans le Manuel, d'ailleurs si riche, de MM. de Siebold et Stannius. Cet oubli injuste m'a paru digne d'être relevé. D'ailleurs, parmi les descriptions qui ont été données des muscles des Térébratules, pas une n'est intelligible ; j'ai donc cru utile de revenir sur ce sujet intéressant.

» Afin de mettre dans mon exposition l'ordre et la clarté qu'on

serait toujours en droit d'exiger des anatomistes, je diviserai ce paragraphe en deux sections : dans la première, je parlerai des muscles qui vont d'une valve à l'autre valve ; dans la seconde, je décrirai sommairement le pédoncule, et les muscles qui vont du pédoncule aux valves.

» Section A. *Des muscles qui vont d'une valve à l'autre valve.* —Ces muscles sont les seuls que Pallas ait connus ; mais en revanche, il les indique clairement. Les uns ferment la coquille, les autres l'ouvrent. Je donne aux premiers le nom de muscles adducteurs ; aux seconds, celui de muscles diducteurs.

» *a. Muscles adducteurs.* — Ces muscles naissent de la valve perforée par un tendon latéralement comprimé et développé d'avant en arrière sous forme d'un éventail nacré. Ses fibres se rassemblent en un cordon arrondi qui se divise en deux faisceaux symétriques, l'un droit, l'autre gauche. Chacun de ces deux faisceaux donne naissance à deux muscles ; l'un, antérieur, *muscle adducteur principal*, suit la direction primitive du tendon et se fixe vers la partie moyenne de la valve non perforée au devant du point d'articulation des valves ; l'autre, postérieur, *muscle adducteur accessoire*, se détache latéralement du tendon commun, et se fixe à la valve non perforée, en dehors et un peu en arrière du précédent. Ces muscles ferment evidemment la coquille ; ils sont très clairement indiqués dans ce passage de Pallas : « Alii conici duum parium, ex planiori valvulâ ponè » furcam orti, in sinum valvulæ convexioris implantantur. »

» *b. Muscles diducteurs.* — Ces muscles sont au nombre de deux paires. Les premiers naissent du talon de la valve inférieure, en *arrière* du point d'articulation des valves, par deux tendons insérés aux angles antérieurs de la petite fossette quadrilatère qui termine l'apophyse calcanéenne. Nées de ces tendons, leurs fibres divergent et se dilatent en deux cônes musculaires dont la base s'implante au sommet de la voûte que forme la valve perforée de chaque côté du tendon comprimé des muscles adducteurs. Je donne à ces muscles le nom de *muscles diducteurs principaux*. Les muscles de la paire postérieure naissent par un tendon commun, du bord inférieur de l'apophyse calcanéenne, dans l'intervalle des tendons des muscles précédents. De ce tendon commun se détachent deux petits muscles coniques, qui

vont se fixer à la valve perforée immédiatement en arrière du tendon des muscles adducteurs. Je donne à ces muscles le nom de *muscles diducteurs accessoires*.

» Les muscles diducteurs correspondent à la première paire de Pallas. « Primum, à sinu valvulæ convexæ ortum, propè posti- » cum marginem planioris testæ, in medio inseritur. » M. Owen les indique également, mais comme formant une seule paire, en parlant des muscles de la valve perforée : « Ceux de la paire « antérieure, dit-il, se terminent bientôt par de petits tendons qui » se fixent à la base de la valve imperforée. » D'ailleurs ni Pallas ni M. Owen n'ont connu le rôle de ces muscles. Ce rôle est facile à expliquer : il suffit en effet de considérer la direction oblique de leurs faisceaux et leur insertion au sommet de l'apophyse calcanéenne, en arrière du point d'articulation des valves, pour sentir que l'effet immédiat de leur contraction doit être d'élever l'apophyse calcanéenne de la valve inférieure, et par conséquent d'abaisser son extrémité opposée, d'où résulte nécessairement un écartement plus ou moins grand des deux valves.

» Ainsi l'animal n'ouvre sa coquille ni par ses bras qui sont à peu près immobiles, ni par son anse calcaire à laquelle ne s'attache aucun muscle, ni par les mouvements des cils palliaux qui sont évidemment trop faibles. Il l'ouvre en faisant agir des muscles particuliers, admirablement disposés pour cet effet, ainsi que cela avait été annoncé par M. Quenstedt.

» Section 2. *Du pédoncule, et des muscles qui vont du pédoncule aux valves.* — Le pédoncule a été très imparfaitement décrit par les auteurs qui ont parlé de l'anatomie des Térébratules. On y distingue :

» 1° Une gaîne cornée formée de couches épidermiques concentriques, et fort analogue à celle que M. Vogt a décrite dans la Lingule ;

» 2° Une tige fibreuse enveloppée par la gaîne. Cette tige, formée de fibres tendineuses, est fixée par son extrémité libre aux différents corps sous-marins ; l'autre extrémité s'engage dans l'intérieur du tube de la valve perforée, et se termine par un bouton arrondi. Je donne à cette partie renflée le nom de tête du pédoncule.

» La tête du pédoncule est lisse, et s'articule avec la petite

fossette quadrilatère qui termine l'apophyse calcanéenne de la valve non perforée, à peu près comme la tête de l'humérus s'articule avec la fosse glénoïde de l'omoplate. Cette articulation est fortifiée en avant par le tendon aponévrotique des muscles diducteurs accessoires, en arrière et sur les côtés par une sorte de capsule fibreuse assez dense, mais assez étendue pour permettre des mouvements variés.

» Deux paires de muscles président à ces mouvements. Les uns (*muscles de la paire supérieure*) naissent de la partie supérieure de la tête du pédoncule et se portent vers la valve perforée où ils se fixent en dehors du tendon des adducteurs, dans l'intervalle qui sépare les muscles diducteurs principaux de leurs accessoires. Les autres (*muscles de la paire inférieure*) naissent de la tête du pédoncule en dehors des muscles précédents, contournent de chaque côté l'apophyse calcanéenne de la valve operculaire et viennent se fixer dans les dépressions latérales de la fossette de forme rhomboïdale qu'on y remarque.

» Ces muscles, beaucoup plus charnus que ceux qui appartiennent en propre aux valves de la coquille, peuvent déterminer des mouvements nombreux. Ceux de la paire supérieure abaissent ou inclinent la coquille sur le pédoncule. Ceux de la paire inférieure l'élèvent au contraire. Lrsque les muscles d'un seul côté se contractent, ils doivent amener des mouvements d'inclinaison latérale sur le pédoncule. Pallas n'a point connu ces muscles. A peine entrevus par M. de Blainville, ils ont été plus clairement indiqués par M. Owen, et d'après lui par M. Alcide d'Orbigny.

» Tels sont les muscles de la coquille et du pédoncule dans les Térébratules. Dans une note ultérieure, je décrirai les muscles des Lingules et des Orbicules, et je montrerai par quelles modifications de leur système musculaire la proposition de M. Quenstedt s'applique encore aux genres de Brachiopodes dont les valves ne s'articulent point entre elles. »

Séance du 9 juillet 1853.

ANATOMIE COMPARÉE. *Découverte d'un cinquième os de la chaîne tympanique chez quelques animaux.* —M. Paul de Saint-Martin, surveillant à l'Ecole vétérinaire de Toulouse, adresse

de cette ville, à la date du 27 juin, la note suivante dans laquelle il relate cette découverte.

« Tous les anatomistes reconnaissent que la chaîne tympanique de l'oreille est composée de quatre osselets : le *marteau*, l'*enclume*, le *lenticulaire* et l'*étrier*, et, si cela ne peut plus aujourd'hui soulever aucun doute, il semble n'avoir été dit par personne que, chez certains animaux, il faut à ces quatre os ajouter un cinquième osselet placé au milieu du muscle de l'étrier,et que l'on ne peut voir que par une dissection très minutieuse de ce muscle. C'est probablement cette particularité qui fait que cet ostéide n'a encore été vu ni décrit par aucun des auteurs qui ont écrit sur l'anatomie des animaux, et je n'ai moi-même été appelé à en constater l'existence que par hasard et par suite de quelques recherches que je faisais sur l'oreille moyenne des animaux.

»Je n'ai encore trouvé cet os avec certitude que chez le Bœuf, le Cheval et le Mouton ; mais je me propose de rechercher s'il n'existe pas également chez la plupart des Mammifères et même chez l'Homme. Je ne parle pas du Chien, chez lequel je crois avoir aperçu ce cinquième os de la chaîne tympanique ; car il me reste encore quelque doute que je veux lever avant de rien affirmer à cet égard. — Dans le Bœuf cet osselet est presque sphéroïde et de la grosseur d'une tête d'épingle ordinaire ; dans le Cheval il est elliptique et a une longueur de deux à trois millimètres ; enfin dans le Mouton c'est un petit point à peine visible à l'œil nu, mais qui ne permet cependant pas de doute. — Il est placé, comme je l'ai dit plus haut, dans le muscle de l'étrier et en arrière de celui-ci. Le muscle de l'étrier, qui est en contact avec le nerf facial, passe en dessous de ce dernier et va se loger dans une fossette qui se trouve au-dessus et en arrière du promontoire. On pourrait donc d'après sa position lui donner le nom de *post-stapédien*, ainsi que me l'a fait observer M. A. Lavocat, professeur d'anatomie à l'École vétérinaire de Toulouse, à qui je l'ai montré.

» Il pourrait se faire néanmoins que cet os ne soit qu'une dépendance de l'étrier lui-même, une espèce d'apophyse placée là pour donner plus de force au muscle de l'étrier dans ses fonctions. En tout cas, os ou apophyse, il n'en a encore été parlé,

que je sache, par aucun anatomiste. Je laisse à de plus capables et plus savants que moi le soin de déterminer le rôle que ce petit os doit jouer dans le mécanisme de l'audition.

» Pour lever tous les doutes qui pourraient se produire, je dois dire que les pièces anatomiques que j'ai préparées comme preuves à l'appui sont déposées dans le cabinet d'anatomie de l'École vétérinaire de Toulouse. »

Séance du 16 juillet 1853.

ORGANOGRAPHIE ET TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE. *Disposition des nervures chez les feuilles carpellaires.* — M. Germain, de Saint-Pierre, communique la note suivante :

« Je dois à la bienveillance de M. Ad. Brongniart la communication d'une anomalie fort intéressante. Il s'agit d'un individu d'*Aquilegia vulgaris* (Ancolie) provenant d'un semis fait au jardin du Muséum. Cette plante a fleuri pour la première fois cette année.

» Indépendamment de l'anomalie, vulgaire chez l'Ancolie, qui consiste dans l'augmentation du nombre des pièces de la corolle, la plupart des fleurs présentent des déformations plus rares et plus importantes. Chez quelques unes toutes les parties de la fleur sont transformées en organes foliacés dont la forme se rapproche de celle des sépales ; ces fleurs ont l'aspect d'une rosette régulière et indéfinie de petites feuilles.

» Chez un plus grand nombre de fleurs, les sépales, les pétales et les étamines ne présentent pas de déformations importantes, mais les carpelles revêtent la forme foliacée. Les bords de ces feuilles plus ou moins étalées et déroulées sont chargées d'ovules dont les uns se rapprochent de la forme normale, et dont les autres, réduits à une seule ou à deux tuniques, revêtent la forme foliacée.—La tunique qui existe, lorsqu'il n'y en a qu'une seule, est celle qui correspond à la plus extérieure : la primine ou testa ; plus l'ovule est situé bas sur la feuille carpellaire, plus la déformation est considérable ; la petite feuille qui représente le testa est lobée et offre l'aspect, dans de petites proportions, de la feuille normale de la plante.—Lorsqu'il existe deux tuniques, elles sont l'une et l'autre de petite dimension ; l'extérieure, qui est la primine, est plus large que l'intérieure, qui est la secondine et

non la nucelle, comme quelques observateurs ont été portés à le croire dans des cas analogues.

» Un fait important sur lequel mon attention a été appelée est la disposition des nervures chez les feuilles carpellaires foliacées de cet *Aquilegia :* la nervure moyenne est très faible et n'émet que des nervures secondaires grêles ou même presque nulles. Au contraire, les nervures latérales qui se confondent avec les lignes placentaires émettent de fortes nervures secondaires, qui vont de dehors en dedans et de bas en haut rejoindre en mourant la nervure moyenne.

» J'avais déjà observé cette nervation chez les carpelles normaux de plusieurs Monocotylédones : chez les Muscari, par exemple, ou les feuilles carpellaires sont minces et transparentes et leurs nervures fortement indiquées. — Cette nervation diffère de la nervation des feuilles de la tige en ce que la nervure moyenne émet les plus fortes nervures secondaires chez les feuilles caulinaires, tandis qu'ici ce sont les nervures latérales qui émettent les nervures secondaires qui constituent la charpente de la feuille.

» Il est très probable que les lignes placentaires sont la cause déterminante de cette nervation chez les feuilles carpellaires ; la présence des ovules déterminant dans les nervures confondues avec les lignes placentaires un appel de sucs qui profite au développement des nervures latérales aux dépens de la nervure moyenne. »

Séance du 23 juillet 1853.

Physique moléculaire. — M. Ch. Brame communique une note relative à l'action de la lumière sur le soufre. En voici le résumé.

I. *Soufre mou trempé.* — L'action de la lumière solaire sur le soufre mou trempé n'a pas encore été démontrée. Dans les expériences publiées jusqu'à ce jour, on n'a pas fait voir l'action de la lumière indépendante de celle de la chaleur ; d'ailleurs ces expériences n'ont été faites qu'au moyen de la lumière solaire directe. M. Ch. B. s'est assuré que, dans les mêmes circonstances et à la même température, la lumière diffuse vive agit

tellement sur le soufre mou, trempé et sec, qu'en quelques heures le soufre mou trempé exposé à la lumière diffuse était durci et cassant, tandis que du soufre de même origine maintenu dans l'obscurité s'est conservé plusieurs jours : le résultat ne varie pas, soit que l'on place le soufre mou dans l'air ou dans le vide sec. La lumière solaire directe détermine la métamorphose du soufre mou, indépendamment de la chaleur. Dans des flacons à l'émeri de verre incolore et de verre bleu-noir, sous l'eau ou dans l'air, exposés les uns à côté des autres à l'action de la lumière solaire, le soufre mou a témoigné de l'action directe de la lumière. En effet, la température du soufre mou dans l'air, qui au commencement d'une expérience était la même dans les flacons incolore (1) et bleu-noir (21°), s'est élevée à la fin de l'expérience, dans le flacon incolore à 35°, dans le flacon bleu-noir à 42°; différence en faveur du flacon bleu-noir 5°. Cependant, dans celui-ci, presque tous les fils ou cordons ont conservé leur mollesse primitive et sont seulement devenus opaques, comme ils le deviennent par l'action d'une chaleur égale; au contraire, dans le flacon incolore, le soufre mou est devenu dur et cassant. A l'ombre, pendant le même temps, la température étant 21°,5, il n'y a pas eu de changement sensible dans le soufre mou. Le verre noirci par le noir de fumée abrite le soufre mou.

Dans les rayons rouge, vert et violet du spectre de la lumière électrique, trois amas de cordons de soufre mou de même origine ont donné, au bout de vingt minutes, les résultats suivants : rayon rouge, pas d'action sensible; rayon vert, métamorphose partielle; rayon violet, métamorphose bien plus étendue : points cristallins çà et là (2).

Ainsi donc, ce sont les rayons chimiques de la lumière qui agissent sur le soufre, indépendamment des rayons calorifiques.

(1) Des flacons incolores munis d'étoffe noire sur une partie de la paroi intérieure, pour éviter la réflexion, ont donné les mêmes résultats.

(2) Cette expérience a été faite sous les yeux de M. Despretz. Dans une autre expérience semblable, qui a duré un quart d'heure, les fils sont restés brillants dans les rayons rouge et vert; ils se sont ternis à la surface dans le rayon violet.

Pendant l'action de la lumière solaire sur le soufre mou, celui-ci augmente de densité, mais graduellement. Du soufre mou de 18 heures, dont la densité était 1,9319, avait encore la même densité au bout d'un quart d'heure d'exposition à la lumière solaire directe; avait la densité 1,9558 environ deux heures après, et quatre heures après 2,0169; c'est-à-dire la densité que le soufre mou abandonné à lui-même n'atteint qu'au bout de dix jours. Mais au bout de trente-cinq jours la densité a été trouvée un peu inférieure, 2,0372, à celle d'un soufre de même origine durci dans l'obscurité, 2,0445. Cela tient aux modifications inégales qu'éprouve le soufre soumis à l'action de la lumière solaire et à la désagrégation qui en résulte. La lumière solaire vernisse et durcit le soufre, lui donne une cassure grenue, etc.

La lumière lunaire concentrée a paru agir sur le soufre mou et le ternir à la surface. La lumière des lampes à huile n'a donné aucun résultat sensible.

II. *Cristaux de fusion.* — La métamorphose opaque, rhomboctaédrique des prismes obliques de fusion est activée par la lumière diffuse et surtout par la lumière solaire; elle se manifeste par des points jaunes souvent disposés en étoiles, comme lorsque les cristaux de fusion sont abandonnés à eux-mêmes; mais l'action est moins prononcée que sur le soufre mou.

En général, la lumière, en agissant sur les cristaux de fusion, de même que sur le soufre mou, provoque la métamorphose de l'état utriculaire et son passage à l'état cristallin définitif. Dans aucun cas la métamorphose n'a paru complète, elle est plus ou moins limitée aux points affectés par la lumière, et se continue mais moins activement dans l'obscurité.

Les observations de M. Ch. B., relatives à l'action de la lumière sur le soufre, doivent être rapprochées de celles que l'on connaît sur le phosphore.

Dans les idées de M. Draper, le soufre serait un nouveau *tithonised.*

M. Ch. B. fait observer que l'action de la lumière sur les corps simples doit d'autant plus intéresser, qu'il lui paraît que des études bien suivies sur ce sujet seront peut-être l'un des moyens

qu'on pourra employer pour arriver à mettre d'accord la théorie de l'émission avec celle des ondulations.

Séance du 6 août 1853.

ELECTRO-MAGNÉTISME. *Electro-aimants circulaires.* — M. D. Nicklès présente à la Société deux thèses qu'il a récemment soutenues devant la Faculté des sciences de Paris. Dans l'une de ces thèses, la thèse de physique, il traite à un point de vue général le principe nouveau qu'il cherche à introduire dans les arts mécaniques, principe purement physique, l'adhérence magnétique applicable dans la locomotion sur chemins de fer et dans les transmissions du mouvement.

Les recherches qu'il a entreprises dans ce but l'ont conduit à construire des électro-aimants nouveaux qu'il désigne sous les noms génériques d'*électro-aimants circulaires* et d'*électro-aimants paracirculaires*, et dont il résume les propriétés devant la Société.

Le nom même de ces électro-aimants en révèle la forme générale ; destinés à agir circulairement, soit comme roues motrices de locomotives, soit comme poulies d'engrenage, ces appareils ont plus ou moins la forme des organes mécaniques qu'ils sont appelés à remplacer, moins toutefois les dents d'engrenage qui doivent disparaître dans ces électro-aimants, s'il est vrai que l'attraction magnétique qu'ils produisent au repos peut se convertir en adhérence pendant le mouvement.

Cette question que M. Nicklès avait résolue depuis quelque temps déjà, sur une petite échelle, avait été de sa part l'objet d'une expérience en grand, exécutée au chemin de fer de Lyon sur tout un convoi, et avec une locomotive du poids de 30000^{k} environ. Un rapport dressé par une commission officielle établit que les 1400 kil. d'attraction dont les roues motrices, aimantées d'après le système paracirculaire, étaient capables au repos, avaient produit environ 9 p. 100 d'effet utile pendant la marche.

Le mode d'aimantation qui a été employé dans ce cas est bien simple. Une hélice de fil de cuivre de forme oblongue est

disposée au bas de chaque roue ; elle en embrasse la jante, sans toutefois y toucher ; ces hélices sont fixes et suspendues aux boîtes à graisse ; la pile qui les alimente est disposée derrière le tender, et se compose de 64 éléments Bunsen de fortes dimensions. Deux conducteurs en cuivre soigneusement isolés, émanent des pôles de cette pile et arrivent sous la machine où ils reçoivent les extrémités dénudées des hélices. Chacune de ces dernières se composait de 518 mètres de fil de cuivre de 4^{mm},5 de section, formant 216 tours de spire. Le circuit se fermait et s'ouvrait par la méthode ordinaire.

La roue, ainsi disposée, constitue un électro-aimant *paracirculaire*, tenant, comme on voit, des électro-aimants circulaires par la forme, et des électro-aimants rectilignes par le mode d'aimantation ; en effet, sous l'influence de l'hélice, cette roue se trouve divisée en deux parties magnétiquement distinctes, l'une boréale, placée à la partie supérieure de l'hélice, l'autre australe, développée en sa partie inférieure, et comme l'hélice est placée parallèlement au rail et le plus près possible du point de contact de la roue, la résultante des actions magnétiques passe par ce point de contact, et le fluide est en même temps concentré en un plus petit espace, condition essentielle pour une bonne aimantation.

M. Nicklès entre dans les détails de ces expériences ; il insiste sur un fait intéressant que la nature du fer dont les roues se composaient a rendu très saillant. Le fer de ces roues était cémenté et jouissait par conséquent, d'une force coërcitive fort appréciable ; or, quand la roue était en mouvement, on remarquait une diminution de l'adhérence magnétique, fait qu'on pouvait aisément constater à l'aide d'une boussole ; car, quand on faisait mouvoir la roue, on remarquait que l'aiguille choisissait une position d'équilibre différente de celle que la roue avait au repos. Pour étudier tous ces faits, on avait monté le train de roues motrices sur un châssis en charpente, et on mettait l'essieu moteur en communication avec la machine à vapeur. La différence d'attitude de la boussole en présence de la roue au repos et de la roue en mouvement prouve que, dans ce dernier cas, le pôle se déplaçait d'une certaine quantité en arrière du point de

contact, et ce déplacement était évidemment amené par la force coërcitive du fer de la roue, cette force tendant à s'opposer à la neutralisation magnétique, neutralisation qui était indispensable dans le cas particulier, puisqu'à chaque révolution de la roue devait correspondre un inversion de fluide magnétique.

Cette circonstance a donc réduit à 9 p. 100 un effet utile qui eût dû être bien plus élevé. En réfléchissant aux moyens de remédier à cette perturbation, M. Nicklès a imaginé un genre d'aimants tout à fait différents, qu'il appelle *électro-aimants circulaires*, et dont il base la construction sur les deux principes que voici : 1° aimantation uniforme de toute la circonférence de la roue; 2° réunion des deux pôles au point de contact, afin d'arriver à une aimantation sensiblement constante aux différentes vitesses et à profiter, en même temps, du surcroit d'attraction qui se produit lorsqu'un aimant agit par ses deux pôles contraires sur une armature.

Electro-aimants circulaires. Qu'on se figure une poulie à gorge, formée de deux cercles en fer rapportés sur un moyeu également en fer; dans cette gorge on enroule du fil conducteur parallèlement au plan des cercles, et par suite, perpendiculairement à l'axe de la poulie. Cette poulie, qu'on peut représenter par un cylindre, aura deux pôles; mais, contrairement aux électro-aimants paracirculaires, ces deux pôles ne sont plus concentrés en un point toujours variable, mais ils se localisent de telle sorte que l'un des cercles de la poulie est entièrement positif, l'autre entièrement négatif, et cette polarité subsiste tant que le courant n'est pas interrompu ou qu'il ne changera pas de sens.

Le déplacement des pôles observé dans les électro-aimants paracirculaires est donc peu à redouter avec les électro-aimants circulaires proprement dits; en effet, cette perturbation n'a pas pu être remarquée jusqu'ici, et pourtant M. Nicklès a essayé ces électro-aimants à des vitesses correspondant à 900 tours par minute pour l'électro-aimant, et à 2300 tours pour l'armature.

L'auteur fait voir que les principes sur lesquels les électro-aimants circulaires sont fondés peuvent servir de base à la construction de toute une série d'électro-aimants de diverses sortes. Ainsi, en employant une poulie à deux gorges, et par

conséquent aussi à deux hélices, on peut obtenir un électro-aimant circulaire à trois pôles, dont deux de même nom ; la position de ces pôles est naturellement subordonnée au sens de l'hélice, de telle sorte qu'en employant des hélices de sens opposé, ou en donnant aux courants une direction contraire, on obtient un *électro-aimant circulaire à point conséquent.*

De même encore, le mode de construction des *électro-aimants paracirculaires* peut être diversement modifié, et M. Nicklès décrit entre autres un électro-aimant de ce genre, destiné à transmettre le mouvement à un ceertaine vitesse et qui se distingue en ce qu'il a deux pôles contraires à son point de contact ; chacun des points de contact reçoit ici une hélice de sens contraire. Enfin il décrit des appareils à transmission du mouvement dans lesquels la poulie de commande et la poulie commandée font à la fois office d'aimants et d'armatures l'une à l'égard de l'autre.

Un chapitre à part est consacré aux propriétés de ces appareils, selon qu'on les considère à l'état de repos ou à l'état de mouvement. Les électro-aimants paracirculaires, n'étant aimantés qu'en un point essentiellement variable, ne peuvent produire d'effet utile qu'en ce point, tandis que les électro-aimants circulaires proprement dits sont également aimantés sur tous les points de leur circonférence et peuvent, par conséquent, à l'instar des beffrois, faire l'office de poulies qui commandent à la fois plusieurs mouvements. Les hélices d'aimantation des électro-aimants circulaires peuvent être fixes ou mobiles, de manière à être entraînées par le noyau de fer ; leurs tours de spire sont toujours perpendiculaires au plan de l'armature, et parallèles à la résultante de l'action magnétique exercée par l'aimant ; le contraire a lieu chez les électro-aimants paracirculaires.

Parmi les applications dont les électro-aimants circulaires sont susceptibles, l'auteur en cite une qui est depuis quelque temps déjà en activité à l'Observatoire de Paris ; c'est l'anémographe électro-magnétique de M. Du Moncel.

M. Nicklès décrit aussi des appareils propres à démontrer dans les cours publics la propriété des aimants d'augmenter l'adhérence des roues motrices. Il démontre cette propriété de deux manières, par l'attraction au contact et par celle que les

aimants peuvent exercer à distance sur les rails; il dit aussi quelques mots du parti qu'on peut tirer des électro-aimants pour faire des freins agissant sur les rails et avec toute la rapidité désirable.

Il termine par des considérations sur les services que les sciences physiques pourront retirer d'actions magnétiques réalisées à une si grande échelle avec des masses de fer en mouvement. Les expériences de Knigth sur le développement des végétaux sous l'influence de la force centrifuge pourront être rapprochées de celles de M. Plucker sur l'action que les pôles d'un aimant exercent sur les organes de ces végétaux ; on pourra étudier en même temps des phénomènes qui ont été observés séparément et à un point de vue tout à fait simpliste. On a examiné l'action que les électro-aimants exercent sur les substances en voie de cristallisation, mais on n'a pas songé à soustraire ces dernières à la pesanteur; cette influence a été négligée dans toutes les recherches de ce genre; avec les électro-aimants circulaires on pourra isoler les deux effets, les étudier séparément et déterminer plus aisément la part qui revient à chacun d'eux dans les phénomènes moléculaires.

Extrait de la séance du 12 novembre 1853.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE. *Veine-porte du rein ; veine-porte des capsules surrénales dans les Oiseaux.* — M. Pierre Gratiolet communique sous ce titre la note suivante.

« La veine-porte rénale des Ovipares, entrevue chez les Grenouilles par Swammerdam, et pour la première fois démontrée par le célèbre M. Jacobson, n'est point isolée du système de la veine-porte hépatique. Les troncs de ces deux veines sont en effet unis en un grand arc dont une extrémité se ramifie dans le rein, tandis que l'autre se distribue dans le foie. Nous croyons en conséquence utile de donner à ce grand ensemble de veines abdominales le nom de *système afférent hépato-néphrétique.* — Ce système existe chez tous les Reptiles sans exception, et on le leur accorde généralement; mais beaucoup d'anatomistes contestent aux Oiseaux l'existence d'un système rénal afférent, d'après des recherches fort célèbres de M. Nicolaï. — L'extrême analogie qui rapproche au point de vue de sa composition chi-

mique l'urine des Oiseaux de celle des Reptiles écailleux, m'avait porté à penser que M. Nicolaï, en critiquant M. Jacobson, s'était peut-être laissé égarer par quelque illusion spécieuse, et cette question est pour la physiologie d'une telle importance, qu'il m'a paru intéressant d'y revenir à l'occasion de recherches sur le système vasculaire que j'ai entreprises au Muséum d'histoire naturelle, d'après le désir de M. Duvernoy. J'ai pu prendre de la sorte, et avec quelque raison suffisante, un parti entre deux adversaires tels que MM. Jacobson et Nicolaï.

» Je n'insisterai point sur la disposition générale des veines du rein des Oiseaux. Elles sont assez bien connues sous ce rapport, et il serait superflu d'y revenir en détail. Je me bornerai en conséquence à quelques observations qui serviront de base à mes interprétations physiologiques.

» On sait qu'il y a dans le rein des Oiseaux deux veines principales, savoir :

» A. *La veine interne du rein.* Elle correspond parfaitement à la veine efférente du rein chez les Reptiles. Comme cette veine, elle est surtout voisine du côté interne du rein, dont elle occupe d'ailleurs la face antérieure. Elle est de même la racine principale de la veine-cave inférieure. Nous supposons en conséquence qu'elle est aussi dans les Oiseaux la veine efférente principale du rein. Ses racines se distribuent dans toute l'étendue de cette glande, et sont constamment *collatérales aux artères* qui s'y rendent. J'insiste très particulièrement sur ce fait.

» B. *La veine, ou les veines externes du rein.* Aucune artère collatérale n'accompagne ces veines; leur disposition mérite d'être rappelée en peu de mots.

» On sait que la veine fémorale, avant de pénétrer dans l'abdomen, a un diamètre considérable; mais aussitôt après qu'elle s'est engagée sous l'anneau de passage, elle se bifurque en deux branches d'un volume beaucoup moindre. Il est donc nécessaire que le sang que la veine fémorale amène se partage avec la veine elle-même et coule à la fois par ses deux divisions. Or,

» 1° L'une d'elles, la *branche supérieure*, monte vers la veine-cave et s'y termine. Elle fournit chemin faisant un fort rameau qui s'engage dans l'épaisseur du lobe supérieur du rein, lui donne de nombreuses divisions, et reçoit par son extrémité supérieure

quelques veines du dernier espace intercostal. Une autre veine née de la substance du lobe supérieur du rein se jette dans la veine-cave, en telle sorte que ce lobe a deux veines bien distinctes. La dernière suit, mais en sens inverse, le même trajet que le système artériel.

» 2° L'autre, la *branche inférieure*, descend soit dans l'épaisseur des lobes moyen et inférieur du rein (comme cela a lieu dans le Coq domestique), soit à sa face postérieure (comme cela a lieu dans le Cariama) et, arrivée vers la partie inférieure du rein, se recourbe, s'unit à la branche homologue du côté opposé, et forme avec elle un tronc commun qui remonte derrière le gros intestin jusqu'au foie, et s'ouvre dans le sinus de la veine-porte hépatique. Ce grand arc veineux, par ses branches externes, reçoit un grand nombre de veines normales, savoir : *a* les veines sacrées ; *b* la veine sous-pubienne ; *c* les veines caudales ; *d* la veine abdominale inférieure, mais dans quelques cas seulement. Il reçoit, en outre, par sa branche moyenne ou commune, *e* les veines du rectum. Parmi ces veines, le trajet des veines sacrées est surtout remarquable. Très voisines de la veine efférente normale (A), elles ne s'y portent point, mais traversent la substance du rein, pour venir s'ouvrir dans l'arc veineux dont nous parlons. Cette disposition serait au moins bizarre, si la nature n'avait eu en ceci quelque but spécial. — Outre les rameaux dont nous venons de parler, à la branche externe de l'arc veineux se rattachent une multitude de rameaux qui se distribuent dans toute la masse du rein, son lobe supérieur excepté ; mais ce lobe a, comme nous l'avons dit tout à l'heure, ses veines propres. Ainsi il n'y a pas un seul point du rein qui n'ait simultanément deux veines, l'une efférente collatérale aux troncs artériels, et normale ; l'autre indépendante du système artériel, anormale quant à son trajet, et toujours rattachée à l'une des divisions centripètes de la veine fémorale. J'ai constaté par des recherches nombreuses que les ramifications de ces deux systèmes veineux étaient complétement indépendantes, et ne communiquaient entre elles que par les réseaux capillaires intermédiaires.

» C. Maintenant, quelle est la nature de ces veines qui de l'arc veineux se portent à toutes les parties du rein ? Sont-elles efférentes ? Jouent-elles le rôle de veines-portes ? Cette dernière

hypothèse était celle de M. Jacobson, et tous les faits que nous avons signalés, la rendent infiniment probable, savoir :

» 1° *L'existence simultanée de deux systèmes veineux dans toutes les parties du rein*, sans que leurs ramifications s'anastomosent jamais entre elles, et constituant ainsi deux systèmes indépendants ;

» 2° *Le rapport de l'un de ces systèmes seul avec les artères, et l'indépendance complète de l'autre système à cet égard;*

» 3° *Le mode d'origine du tronc veineux exceptionnel*. Puisqu'il tire sa principale racine du tronc veineux fémoral, dont il n'est qu'une bifurcation, il est impossible qu'une partie du sang qui vient du membre postérieur ne tende pas à s'y engager. Il y a donc une tendance nécessaire du sang à descendre au travers du rein et à remonter vers le foie par la branche hépatique de l'arc veineux.

» 4° *Le tronc descendant de l'arc veineux n'a point de valvules*, et il en est ainsi de tout le système. En conséquence la grande quantité de sang qu'il reçoit doit y déterminer une réplétion qui ne saurait être compensée que par une déplétion équivalente qui peut s'opérer plus facilement peut-être par les branches rénales de l'arc, que par ses branches hépatiques.

» 5° *Le petit nombre et la gracilité relative des artères qui se rendent au rein des Oiseaux*. En effet, ces artères sont très rares, et seraient hors de proportion avec les veines énormes qui pénètrent toute la substance du rein, si, parmi ces veines, un grand nombre n'étaient en réalité des veines afférentes au rein.

» 6° *La ressemblance qui rapproche l'urine des Oiseaux de celle des Reptiles écailleux*. Elle contient en effet une énorme proportion d'urates solides, ce qui serait inexpliquable si elle provenait en totalité d'un sang artériel aussi oxydé que l'est celui des Oiseaux.

» D. Ainsi, en résumé, nous croyons pouvoir affirmer que le système veineux abdominal des Oiseaux a pour base un arc hépato-néphrétique, semblable quant aux conditions essentielles à celui des Reptiles, et qui n'en diffère que par l'existence du tronc veineux qui, chez les Oiseaux, unit directement la veine fémorale à la veine-cave.

» Nous revenons ainsi à l'opinion de M. Jacobson, et nous

disons avec ce grand anatomiste qu'il y a chez les Oiseaux une veine-porte rénale.

» En poursuivant ces recherches, nous avons fait une autre remarque qui paraîtra peut-être mériter l'attention des physiologistes. Nous avons, dans une précédente communication, signalé l'existence d'une veine-porte afférente aux glandes surrénales, dans les Reptiles écailleux, et plus particulièrement dans les Serpents. Nous pouvons affirmer aujourd'hui que cette disposition organique se retrouve aussi dans les Oiseaux. Nous y avons, en effet, constaté l'existence d'une petite veine afférente, au côté externe des corps surrénaux que leurs veines afférentes attachent au tronc de la veine-cave. Cette veine afférente reçoit plusieurs veinules de l'avant-dernier espace intercostal. Je l'ai observé sur le Coq domestique, dans le Canard, dans un Cariama et dans un Rhynchote femelle. Je ne doute point, à cause de l'homogénéité singulière de ce type, que cette disposition n'existe dans tous les ordres d'Oiseaux, et il sera à coup sûr nécessaire de rechercher s'il n'y a pas chez les Mammifères quelque disposition analogue. »

Physique moléculaire. *Analogie des corps vitreux, et des corps mous cristallisables.*— Dans une note qu'il présente à la Société, M. Brame rappelle que ce sont ses recherches sur les corps vitreux qui l'ont conduit à étudier les corps mous; les uns et les autres, lorsqu'ils sont susceptibles de cristalliser, présentent des allures comparables dans leurs métamorphoses; on peut démontrer, en les soumettant à l'action de dissolvants en petite quantité, que les corps vitreux, comme les corps mous solidifiés, renferment des cristaux enclavés dans de la matière cristalline. De plus, les corps mous cristallisables augmentent graduellement de densité, et la densité maxima qu'ils atteignent est précisément celle des cristaux isolés du corps qui les engendre; c'est encore ainsi que se conduisent les corps vitreux; seulement, dans ceux-ci, le mouvement qui détermine la condensation est beaucoup plus lent. D'un autre côté, on sait, par les recherches de M. Delesse et celles de M. Ch. Deville, que les roches à l'état vitreux ont une densité inférieure à celle des mêmes roches à l'état cristallin; il en est de même de la silice, d'après des recherches récentes de M. Ch. Deville. Les recherches de M. B. sur l'acide

arsénieux vitreux et les corps vitreux en général, qui ont provoqué celles de MM. Delesse et Ch. Deville, et qui l'ont conduit lui-même à étudier les corps mous, le portent à penser que le lien commun qui existe entre ces derniers et les corps vitreux est la condensation des vapeurs par les liquides, et par conséquent l'état utriculaire, tel qu'il est défini dans le rapport de M. Dufrénoy. L'état utriculaire, intermédiaire entre l'état de fusion et l'état de vapeur, précède l'état cristallin, qui en est la conséquence. L'état mou cristallogénique est constitué par l'agrégation des utricules, et l'état vitreux se constitue à l'état mou à une température élevée ; tous passent à l'état cristallin soit à la température ordinaire, soit à une température élevée ; dans les mêmes circonstances, et en même temps que les corps mous ou vitreux passent à l'état cristallin, ils acquièrent leur densité maxima. — En conséquence, M. B. pense que les analogies entre les trois états : utriculaire, mou, vitreux, sont bien marquées, et il développera ce sujet par la suite.

— Dans une deuxième communication, M. B. annonce les résultats qu'il a obtenus en faisant agir comparativement le sulfure de carbone sur les utricules produites par division du soufre fondu, et celles que produit la condensation de la vapeur de soufre, ou prises dans la flamme du soufre brûlant, après que les unes et les autres sont refroidies. Les utricules obtenues par division se dissolvent complétement dans le sulfure de carbone, ou ne laissent qu'une trace de résidu ; les utricules obtenues par condensation ont laissé un résidu de 50 p. 100. Ces faits confirment une fois de plus l'analogie soit entre l'état du soufre dans le prisme oblique, *jaune*, et dans les utricules produites par division du soufre fondu, soit entre les utricules produites par condensation de vapeur et le soufre mou. En effet, M. Ch. Deville a montré que le prisme oblique, mis en contact avec un excès de sulfure de carbone, laisse un résidu qui ne dépasse pas 5 p. 100, qui est constitué par la surface du prisme et en conserve la forme ; tandis que le soufre mou laisse un résidu de 35 p. 100, constitué par les utricules vidées, ce que M. B. a confirmé. Les différences proviennent de ce que le soufre membraneux ou tégumentaire est bien plus abondant dans le soufre mou que dans le soufre en prisme oblique ; de même il est bien plus

abondant dans les utricules obtenues par condensation de la vapeur, que dans celles que produit la division du soufre fondu; or, c'est le soufre tégumentaire ou membraneux qui est insoluble dans le sulfure de carbone à la température ordinaire.

Séance du 10 décembre 1853.

MÉTROLOGIE. *Comparaison des mesures anciennes au mètre.* — M. Rozet rend compte à la Société d'un ouvrage italien récemment publié par M. Luigi Canina, sous ce titre : *Ricerche sul preciso valore delle antiche misure romane di estensione lineare*, etc., etc., etc. (Roma, 1853, in-4°, 34 pages avec une planche), ou Recherches sur la valeur précise des mesures linéaires des anciens Romains, etc.

Dans cet ouvrage se trouvent discutés tous les documents historiques et la valeur des mesures prises sur les monuments antiques qui existent encore pour arriver à la détermination des mesures linéaires de l'empire romain. C'est principalement d'après la position de quelques colonnes milliaires antiques existant encore sur la voie Appia, la mesure de plusieurs monuments dont les dimensions sont données par les auteurs anciens, et en particulier des colonnes de Trajan et Marc-Aurèle, dont la longueur au-dessus du piédestal, y compris le chapiteau, est exactement de $29^{m},635$ correspondant à 100 pieds romains antiques, que M. Canina a déterminé la valeur du pied romain comparativement à notre mètre; il a ainsi trouvé :

Pour la longueur	du pied romain antique..	$0^{m},296$
»	du pas, de cinq pieds.	1, 481
»	du mille, de mille pas.	1481, 750

A la latitude de Rome, 75 milles font assez exactement un degré du méridien.

Je conclus de là, dit M. Rozet, que les antiques mesures romaines étaient, comme les nôtres, basées sur les dimensions de la terre, et que les anciens avaient exécuté en Italie, probablement en partant de Rome, la mesure d'un arc de méridien, avec une assez grande exactitude; car la valeur de leur degré ne diffère que de $73^{m},324$, moins d'un mètre par mille, de celle déduite des mesures modernes.

ANATOMIE COMPARÉE. — La note suivante sur les *réseaux admirables* de la région palmaire de l'aile des Chauve-souris, et sur une disposition analogue des artères du pied dans quelques Rongeurs, est communiquée par M. Pierre Gratiolet.

« Les travaux de Carlisle, de Vrolick et de Rapp ont fait connaître une modification très remarquable du tronc des artères des membres dans certains animaux. Cette modification consiste dans une division du tronc de ces artères en un faisceau de vaisseaux capillaires, en sorte que les réseaux terminaux reçoivent le sang de rameaux dont le diamètre est capillaire depuis l'origine du membre. Une disposition semblable doit avoir pour effet nécessaire de ralentir le cours du sang. On a observé cette modification remarquable dans certains Lémuriens, tels que les Loris et le Tarsier, dans les Bradypes, les Fourmiliers et, suivant Allmann, dans le *Dasypus sexcinctus*. M. Vrolick a signalé dans quelques Oiseaux marcheurs des dispositions analogues; enfin, on peut rapprocher de ces faits l'existence des réseaux admirables bipolaires que l'on observe sur le trajet de l'artère carotide d'un assez grand nombre d'animaux. Les conséquences physiologiques qui résultent de cette modification des troncs artériels seront d'autant mieux appréciées qu'on raisonnera d'après un plus grand nombre de faits. Aussi m'a-t-il paru utile de signaler ici certains faits analogues que j'ai observés dans le cours de mes études anatomiques.

» J'appellerai en premier lieu l'attention sur l'existence d'un réseau admirable remplaçant les troncs artériels dans la région palmaire si réduite de l'aile des Cheiroptères. Ce réseau forme un faisceau bien caractérisé dans les *Pteropus*, et on le démontre assez facilement dans le *Vespertilio murinus*. M. le docteur Curie, à qui j'avais fait part de cette observation, a cherché si un réseau analogue n'existait point également aux artères plantaires de ces animaux, et il a été assez heureux pour le découvrir malgré sa ténuité. Cette particularité d'un réseau admirable aux artères des membres dans les Cheiroptères est un fait assez remarquable, surtout si l'on considère l'analogie qui rapproche des Lémuriens ces animaux singuliers.

» Je signalerai un second fait plus facile à constater. Les artères plantaires du *Mus decumanus* naissent d'un tronc décomposé en un réseau admirable formé de plusieurs artérioles parallèles. J'appelle l'attention sur cette disposition, qui doit se retrouver dans d'autres Rongeurs dont les habitudes sont analogues.

» Je hasarderai à ce sujet une réflexion. Les Rats ont la faculté de rester fort longtemps sur leurs pieds de derrière, et les troncs artériels de ces pieds sont divisés en réseaux admirables; — les Cheiroptères agitent leurs ailes avec une grande vitesse et leurs

artères pectorales sont énormes comme celles des Oiseaux de haut vol ; mais leur main, pendant le vol, demeure étendue dans une attitude invariable, et les artères propres de cette main si remarquable sont subdivisées en un réseau admirable, occupant la cavité de la région palmaire.

» Si nous rapprochons ces faits de ceux qui sont déjà connus, si nous rappelons l'extrême gracilité des artères chez d'autres animaux aux mouvements très lents, tels que les Sapajous du genre Ateles; si nous appelons en outre l'attention sur le volume extrême des artères chez les animaux à sang chaud, dans toutes les régions musculaires qui exécutent des mouvements très vifs, nous pourrons supposer avec quelque fondement qu'une circulation très abondante et très rapide du sang artériel au travers des muscles est une des conditions des mouvements prompts, instantanés, foudroyants, dont quelques animaux sont capables ; mais que des mouvements soutenus, que des efforts musculaires continus, aboutissant à ces attitudes actives longtemps immobiles que Barthez attribuait à une force de situation fixe, ont au contraire pour condition une certaine lenteur dans la circulation, en sorte que la rapidité de l'effort total, dont un muscle est capable entre deux repos séparés par un temps donné, paraît jusqu'à un certain point proportionnelle à la quantité de sang artériel ou oxygéné qui traverse ce muscle dans le même temps. Ces faits pourraient jeter quelques jour sur la théorie de l'effort, en tant qu'il paraît déterminer dans les muscles une congestion qui a pour cause un obstacle apporté au cours du sang. La disposition artérielle sur laquelle nous avons de nouveau appelé l'attention amènerait des résultats analogues, mais en les isolant, si je puis ainsi dire, de tous les inconvénients qu'entraînerait nécessairement à sa suite un effort trop longtemps continu.

» Cette opinion semble justifiée par l'observation des Reptiles, et en particulier des Amphibiens, dont le cœur bat très lentement lorsqu'ils sont dans une attitude immobile, mais qui préludent à tous les mouvements énergiques par des contractions rapides de cet organe ; contractions si parfaitement coordonnées avec les mouvements extérieurs, qu'on serait tenté de les regarder comme volontaires et produites au gré de l'animal, en quelque sorte inspiré par son instinct. »

Paris. — COSSON, imp., rue du Four-St.-Germain, 43.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1854.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue de Trévise, 45, à Paris.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1854.

PARIS,
IMPRIMERIE DE COSSON,
RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.
1854.

Si, g étant la gravité, l'on fait pour abréger $\tau = \sqrt{\frac{Pc^3}{2gEI}}$, la détermination de y en fonction de x et de t dépend (en supposant d'abord que le choc a lieu horizontalement, ou en négligeant, s'il a lieu verticalement, les effets de la pesanteur après qu'il est opéré) de l'équation différentielle connue :

$$\tau^2 \frac{d^2y}{td^2} + c^4 \frac{d^4y}{dx^4} = o$$

intégrée avec ces conditions : 1° que, pour $x=o$, on ait $y=o$, $\frac{d^2y}{dx^2}=o$; 2° que, pour $x=c$, l'on ait $\frac{dy}{dx}=o$; 3° que, aussi pour $x=c$, l'on ait $EI\frac{d^3y}{dx^3}=\frac{1}{2}.\frac{Q}{g}\frac{d^2y}{dt^2}$; 4° que pour $t=o$ on ait $y=o$; 5° que, aussi pour $t=o$, l'on ait la vitesse $\frac{dy}{dt}=V$ au point $x=c$ qui reçoit le choc, ou dans une étendue extrêmement petite 2ε prise au milieu de la barre, et qu'on ait $\frac{dy}{dt}=o$ partout ailleurs.

On satisfait à l'équation différentielle et aux quatre premières conditions en prenant, pour l'inconnue y, la somme $\Sigma AX\sin\frac{m^2t}{\tau}$ d'un nombre quelconque de termes $AX\sin\frac{m^2t}{\tau}$, où l'on a :

$$(1) \ldots\ldots\ldots\ldots X = \frac{\sin\frac{mx}{c}}{\cos m} - \frac{\text{sih}\,\frac{mx}{c}}{\text{coh}\,m},$$

sih et coh désignant les *sinus et cosinus hyperboliques* $\frac{e^{\frac{mx}{c}}-e^{\frac{-mx}{c}}}{2}$, $\frac{e^m+e^{-m}}{2}$; et où A et m sont deux constantes, celle-ci étant choisie exclusivement parmi les racines de l'équation transcendante

$$(2) \ldots\ldots\ldots\ldots m\,\text{tang}\,m - m\,\text{tah}\,m = \frac{2P}{Q},$$

dans laquelle tah m désigne la *tangente hyperbolique* $\frac{e^m-e^{-m}}{e^m+e^{-m}}$.

Il reste à satisfaire à la cinquième condition, relative aux *vitesses initiales* $\frac{dy}{dt}$, où il reste à déterminer les coefficients, et de manière que l'on ait, ψx désignant une fonction discontinue de x ayant la valeur zero de $x=o$ à $x=c-\varepsilon$, et la valeur V de $x=c-\varepsilon$ à $x=c$,

$$(3) \ldots \ldots \ldots \quad \Sigma \frac{m^2}{\tau} \mathrm{A}\,\mathrm{X} = \psi x.$$

On y parvient, la somme Σ étant supposée relative à *toutes* les racines entières et positives m de (2), en intégrant de o à c les deux membres de l'équation (3) qu'on vient d'écrire, après l'avoir multipliée par un facteur $\mathrm{X}dx$, où X n'est relatif qu'à une seule de ces racines. Si l'on désigne par X′ la même fonction (1) de x avec une autre racine ou valeur m' de m, et par X'_c ce qu'elle devient quand on y fait $x=c$, l'on trouve que $\int_0^c \mathrm{X}\mathrm{X}'dx$ ne s'anéantit pas comme dans tous les problèmes analogues résolus par Fourier et Poisson, mais qu'il a la valeur $\frac{2c}{m}\mathrm{X}'_c$; d'où il suit que pour faire disparaître tous les termes du Σ hors un, il faut ajouter membre à membre l'équation résultant de la multiplication par $\mathrm{X}dx$ et de l'intégration de (3) avec une autre équation $\frac{2c}{m} \Sigma \frac{m^2}{\tau} \mathrm{A}\,\mathrm{X}_c = \frac{2c}{m} \psi\, c$, qui n'est autre chose que cette équation (3) particularisée pour $x=c$ et multipliée par $\frac{2c}{m}$. L'on obtient ainsi :

$$(4) \frac{m^2}{\tau} \mathrm{A} \left(\int_0^c \mathrm{X}^2 dx + \frac{2c}{m} \mathrm{X}_c \right) = \int_0^c \mathrm{X}\, \psi x\, dx + \frac{2c}{m} \psi\, c,$$

d'où l'on peut tirer la valeur générale cherchée du coefficient A à substituer dans l'intégrale $y = \Sigma\, \mathrm{AX} \sin \frac{m^2 t}{\tau}$.

Faisant cette substitution et ayant égard, 1° à ce qu'on trouve

$\int_0^c X^2\,dx = \frac{c}{2\cos^2 m} - \frac{c}{2\,\mathrm{coh}^2 m}$; 2° à ce que, d'après (2), on a

$X_c = \frac{2P}{Qm}$; 3° à ce que $\psi c = V$, et $\int_0^{c-\varepsilon} X\psi x\,dx = 0$,

$\int_{c-\varepsilon}^{c} X\psi x\,dx = \frac{2\varepsilon}{m}.\frac{2P}{Q}V$, en sorte que le second membre de (4)

peut être réduit à $\frac{2c}{m}V$, vu l'extrême petitesse que l'on suppose, relativement à $2c$, à l'étendue 2ε recevant le choc ; nous obtiendrons :

$$(5)\quad y = V\tau \sum \frac{\frac{4}{m}\left(\frac{\sin\frac{mx}{c}}{\cos m} - \frac{\mathrm{sih}\frac{mx}{c}}{\mathrm{coh}\, m}\right)}{\frac{2P}{Q} + \frac{m^2}{\cos^2 m} - \frac{m^2}{\mathrm{coh}^2 m}} \sin\frac{m^2 t}{\tau}$$

pour l'intégrale complète satisfaisant à toutes les conditions de la question.

On y arrive également si l'on se sert du procédé que Poisson a employé souvent dans ses écrits de 1827 à 1833, notamment à l'article 522 de sa *Mécanique ;* mais en le modifiant en raison de ce que $\int_0^c XX'\,dx$ n'est pas nul.

On voit que le mouvement de la barre résulte de la superposition d'une infinité d'oscillations simples dont les périodes sont les quantités décroissantes $\frac{2\pi}{m_0^2}\tau, \frac{2\pi}{m_1^2}\tau, \ldots$; m_0, $m_1 \ldots$ étant les racines de l'équation (2) en m, rangées par ordre de grandeur croissante. Il est facile, d'après cela, de construire graphiquement autant qu'on veut de valeurs de y pour chaque point de la barre, en additionnant des ordonnées de sinusoïdes dont on trace l'épure.

On s'en est servi pour modeler un relief en plâtre qui représente la surface décrite par une barre ayant un poids P égal Q, et supposée emportée transversalement d'un mouvement uniforme et rapide, perpendiculaire au sens où elle oscille. Cette surface est ondulée, à cause des oscillations secondaires qui se font

sentir, surtout aux points à égale distance entre le milieu de la barre et chaque extrémité.

Lorsque la direction du choc est verticale et qu'on veut tenir compte des effets de la pesanteur sur le corps Q et sur la barre elle-même, on le peut en ajoutant à l'expression (5) de y le déplacement *statique*, ou qui aurait lieu si le poids Q et la barre étaient en repos, et en remplaçant $V\tau \sin \frac{m^2 t}{\tau}$ par $V\tau \sin \frac{m^2 t}{\tau} - \frac{g\tau^2}{m^2} \cos \frac{m^2 t}{\tau}$, ce qui rend l'expression de y assez analogue à celle que M. Poncelet a donnée en complétant la formule de Navierpour le choc longitudinal.

Lorsque le rapport $\frac{P}{Q}$ des poids de la barre et du corps choquant est très petit, on peut réduire la série Σ à son premier terme et remplacer m^2 par $\sqrt{\frac{3P}{Q}}$. La formule (5) est facilement réduite à $y = V\sqrt{\frac{f}{g}} \cdot \left(\frac{3x}{2c} - \frac{x^3}{2c^3}\right) \cdot \sin t\sqrt{\frac{g}{f}}$, expression à laquelle on arrive directement en négligeant de prime abord l'*inertie* de la barre, qui prend alors, à chaque instant, la même courbure qu'elle prendrait au repos sous l'action statique d'un effort central $\frac{Q}{g} \frac{d^2y}{dt^2}$.

Si le rapport $\frac{P}{Q}$, sans être très petit, n'excède pas 1 ou 2, et si l'on ne veut avoir qu'une valeur approchée de la plus grande flèche de courbure, on l'obtient en faisant, dans (5), $x = c$, $\sin \frac{m^2 t}{\tau} = 1$, supprimant le signe Σ et remplaçant m par la valeur approximative $\left(\frac{3P}{Q + \frac{17}{35}P}\right)^{\frac{1}{4}}$ qu'on tire de l'équation transcendante (2) développée. On trouve ainsi pour la flèche purement dynamique résultant du choc horizontal :

$$(6)\ \varphi = \text{Max. de } y = \frac{V\tau}{\sqrt{3\frac{P}{Q}\left(1+\frac{17}{35}\frac{P}{Q}\right)}} = \frac{V\sqrt{\frac{f}{g}}}{\sqrt{1+\frac{17}{35}\frac{P}{Q}}}$$

et la flèche maximum produite par le choc vertical est $f + \sqrt{f^2 + \varphi^2}$, expression qui se réduit à $2f$ ou au double de la flèche purement statique quand $\varphi = 0$ ou quand le poids Q est posé sans vitesse sur la barre ; résultat déjà aperçu par Young.

L'expression approchée (6) peut s'obtenir directement en remarquant que si la barre prend moyennement, en se mouvant, la forme qui résulterait de l'action statique d'une charge centrale variable, sa force vive est, à chaque instant, la même que si sa masse était réduite aux $\frac{17}{35}$ et concentrée en son milieu ; et en cherchant la grandeur maximum qu'atteindrait sa flèche jusqu'à l'extinction de cette force vive, supposée due initialement à une vitesse centrale résultant du partage de la quantité de mouvement imprimée $\frac{Q}{g}V$ dans la proportion de Q à $\frac{17}{35}P$.

Cette expression (6) ne diffère de celles qui ont été données en Angleterre par deux ingénieurs éminents, M. Tredgold et M. Hodgkinson, qu'en ce que le premier met $1+\frac{P}{Q}$ là où nous mettons $1+\frac{17}{35}\frac{P}{Q}$, et que le second, pour satisfaire empiriquement aux expériences du *Report of the commissionners on railway's structure* de 1849, affecte $\frac{P}{Q}$ du coefficient $\frac{1}{2}$. Comme ce coefficient ne diffère pas sensiblement du nôtre $\frac{17}{35}$, on voit que les résultats de l'analyse ci-dessus peuvent être regardés comme confirmés par l'expérience, ainsi qu'on s'en assura, du reste, par des comparaisons directes faites avec les chiffres mêmes du *Report*.

Mais le danger de rupture d'une pièce solide dépend, non pas

de la *flèche* de courbure qu'elle prend, mais *de la courbure* elle-même, ou de $\frac{d^2y}{dx^2}$: or, vu les formes variées que les oscillations de divers ordres donnent à la barre heurtée, l'une ne dépend pas de l'autre comme au repos. Les formules, telles que (6), susceptibles d'être obtenues par des raisonnements élémentaires, ne suffisent donc pas pour établir, même approximativement, les conditions de *résistance vive* ou de non-rupture par choc. Il faut recourir à l'intégrale générale (5) et déterminer, au moyen des épures qu'on en déduit, la valeur maximum de $\frac{d^2y}{dx^2}$ pour chaque cas. On a fait ce calcul pour $P = \frac{1}{2}Q$, $P = Q$, $P = 2Q$, et l'on a trouvé respectivement et environ les $\frac{6}{5}$, les $\frac{5}{4}$, les $\frac{3}{2}$ de $\frac{3f}{c^2}$ que l'on aurait pour $\frac{d^2y}{dx^2}$ si la barre se courbait comme dans l'état statique, avec la flèche dynamique déterminée par (6). C'est cette valeur de $\frac{d^2y}{dx^2}$ qui, multipliée par la demi-épaisseur de la barre, devra être astreinte à ne pas dépasser le rapport numérique $\frac{R}{E}$, R étant la plus grande traction qu'on puisse faire subir sans danger à un prisme de même matière et d'un mètre carré de section ; et l'on déterminera en conséquence les dimensions à donner à la pièce exposée à un choc transversal.

Séance du 28 janvier 1854.

MINÉRALOGIE. *Fayalite.* — M. Delesse communique une note sur un minéral que Thomson a décrit sous le nom de silicate de fer anhydre (*anhydrous silicat of iron*), et qui forme des veines dans la pegmatite des montagnes du Mourne en Irlande.

Ce minéral a une couleur noirâtre. Sa cassure est résineuse. Suivant deux directions, il présente cependant deux clivages qui sont inégaux et qui ont paru perpendiculaires entre eux.

Comme le péridot présente aussi deux clivages perpendiculaires et que ce minéral a la composition du péridot, ainsi qu'on va le voir plus loin, cette circonstance est importante à signaler. Il a un pouvoir magnétique élevé et il adhère au barreau aimanté ; il devient facilement magnéti-polaire. M. D. a déterminé sa densité par deux expériences et a obtenu pour moyenne 4,006 : cette densité est notablement plus grande que celle donnée par Thomson qui est seulement de 3,885. A une bonne chaleur rouge, il fond en une scorie bulleuse qui est noire-grisâtre, a l'éclat métallique et qui ressemble complétement aux scories riches des foyers d'affinerie et des fours à réverbère. Cette scorie est plus magnétique que le minéral lui-même. Quand on la laisse se refroidir lentement, sa surface se couvre de cristaux ayant les formes du péridot artificiel qui se produit dans les scories provenant du travail du fer; ces formes sont connues depuis longtemps par les recherches de MM. Mitscherlich et Hausmann. Le minéral s'attaque très facilement par l'acide, soit avant, soit après calcination; la silice se gonfle et elle fait même un peu gelée.

L'analyse de ce minéral a donné des résultats qui concordent assez bien avec ceux de Thomson; cependant M. D. a obtenu plus de manganèse.

Silice	29,50		15,325
Protoxyde de fer	63,54	14,466	
— de manganèse	5,07	1,136	15,718
Magnésie	0,30	0,116	
Alumine	traces.		
	98,41		

Le calcul des quantités d'oxygène montre que la quantité d'oxygène de la silice est égale à la somme des quantités d'oxygène des bases, en sorte que le minéral a pour formule: SiO^3, 3 RO. Cette formule est celle du péridot; par conséquent le minéral est un péridot dont la base est presque exclusivement le protoxyde de fer ou un *péridot ferreux*.

MM. C. Gmelin et de Fellenberg ont déjà décrit sous le nom de *fayalite* un péridot qui a une composition très voisine de la précédente et qui provient d'une roche volcanique de Fayal aux

Açores; M. D. propose donc de conserver le nom de *fayalite* à ce minéral de la pegmatite du Mourne.

M. D. fait observer qu'il est très bizarre de trouver dans une pegmatite un minéral présentant la composition du péridot, car le péridot est par excellence le minéral caractéristique des roches qui ont une origine ignée et qui sont pauvres en silice ; or, dans la pegmatite il est associé de la manière la plus intime avec de l'orthose et avec un grand excès de quartz. Ce péridot de la pegmatite fait d'ailleurs gelée avec les acides comme le péridot des laves ; il s'en distingue seulement en ce qu'il est en cristaux beaucoup plus gros et en ce qu'il est presque entièrement formé de protoxyde de fer.

La présence du péridot dans la pegmatite paraîtra moins anormale si l'on remarque que cette roche contient aussi du pyroxène et du grenat ; or, de même que le péridot, ces deux minéraux sont très caractéristiques des roches qui ont une origine ignée et qui sont pauvres en silice. Ainsi, par exemple, le pyroxène s'observe dans la pegmatite du lac Baïkal et dans celle de Sainte-Marie-aux-Mines. Quant au grenat, il est très fréquent dans plusieurs roches granitiques et notamment dans le leptynite ainsi que dans la pegmatite.

Séance du 4 février 1854.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. *Cause des perforations que présentent les feuilles de quelques Aroïdées.*—M. Trécul communique à la Société quelques observations sur ce phénomène qui a souvent attiré l'attention des botanistes. Plusieurs d'entre eux l'ont interprété de manières très différentes : les uns l'ont regardé comme un indice d'énergie vitale ; les autres comme un symptôme d'appauvrissement. MM. Aug. de Saint-Hilaire et Pyr. de Candolle l'ont assimilé à la production des divisions des feuilles. Voici ce que pensaient à cet égard ces deux botanistes :

Le premier, dans son traité de *Morphologie végétale*, disait à la page 152 : « ... Dans toutes les feuilles (de l'*Hydrogeton fenestralis*, du *Ranunculus aquatilis*, etc.) le parenchyme manque entièrement ; mais il en est d'autres, comme celles de certaines Aroïdes, où il ne manque que par intervalle, et qui semblent avoir été rongées par les insectes : on les appelle feuilles

pertuses (*folia pertusa*). Ces lacunes, au reste, ne forment point un caractère constant. On a observé au Jardin des Plantes de Paris qu'elles ne se retrouvaient plus chez les individus souffrants et maladifs, et qu'on pouvait les multiplier en procurant à la plante une plus grande énergie vitale. Il faut les considérer comme la première ébauche de ces découpures, qui, faisant exception chez les Monocotylédones, caractérisent un nombre assez considérable d'Aroïdes. »

M. Pyr. de Candolle, au contraire, tout en rapprochant la production de ces perforations du développement des divisions des feuilles lobées, comme M. Aug. de Saint-Hilaire, s'imaginait que les unes et les autres étaient dues à un apauvrissement de la plante, à un défaut d'énergie vitale. Voici ce qu'il en dit à la page 307 du tome 1er de son *Organographie*. « .... Quand la plante est nourrie très abondamment, elle en a peu ou point, et on les voit augmenter en nombre dans les plantes élevées dans un terrain maigre ; ces trous sont de forme oblongue, placés entre les nervures principales. Tous ceux qui auront bien compris la manière dont les lobes des feuilles simples ou les limbes partiels des feuilles composées se soudent pour former les limbes entiers, admettront, je pense, sans peine, et la planche 25 est destinée à le faire comprendre, que ces trous sont dus à des portions de limbes incomplétement soudées par quelque défaut de développement du tissu cellulaire. »

Dans ses communications du 28 mai et du 4 juin 1853 à la Société (et dans les *Annales des sciences naturelles*, 3e série, tome 20, 1853), M. Trécul a décrit le mode de formation des lobes des feuilles simples et des folioles des feuilles composées ; aujourd'hui il a montré que les perforations dont il s'agit ici ne sont point produites ainsi que l'avaient cru MM. Aug. de Saint-Hilaire et Pyr. de Candolle.

Ces ouvertures apparaissent à des âges différents de la feuille, suivant les plantes sur lesquelles on les observe : quelquefois elles se montrent sur des feuilles déjà avancées dans leur accroissement, souvent même quand ces organes sont arrivés presque à l'état adulte (c'est ce qui a lieu dans le *Pothos repens*, Hort. par.) ; d'autres fois on les aperçoit déjà sur des feuilles encore roulées sur elles-mêmes pendant la vernation de ces feuilles (*Munstera*

Adansonii, Schott.). C'est dans la première de ces plantes que leur évolution est le plus facile à étudier.

Ces perforations commencent à des profondeurs diverses dans le parenchyme de la feuille de ce *Pothos repens :* tantôt elles naissent près de l'épiderme inférieur ; tantôt elles se développent vers le milieu du parenchyme, un peu au-dessous de la couche de cellules perpendiculaires à l'épiderme supérieur. Dans tous les cas, voici les premiers changements que l'on remarque dans le tissu de la feuille. On s'aperçoit d'abord qu'autour de la lacune ou des lacunes où elles commencent, le tissu cellulaire parenchymateux se décolore, que sa chlorophylle disparaît et que les utricules de ce tissu se multiplient. Celles qui entourent la lacune, ou les lacunes autour desquelles s'opèrent ces modifications, sont primitivement rangées à la circonférence de celles-ci avec assez de régularité, à peu près comme elles le sont autour des lacunes normales ; mais elles affectent en ce point une forme différente de celle des utricules qui les précédaient et qui leur ont donné naissance. Les premières, c'est-à-dire les cellules normales du parenchyme inférieur, sont bien plus irrégulières ; elles ont souvent des faces courbes rentrantes, alternant avec des branches très courtes qui les unissent aux cellules voisines, de manière à rappeler quelquefois une figure étoilée fort imparfaite ; elles sont telles enfin que l'on en observe très fréquemment dans le parenchyme des feuilles.

Autour des perforations commençantes, au contraire, ou mieux aux bords des lacunes qui les précèdent, lorsqu'il y a déjà eu multiplication utriculaire, ces cellules se rapprochent plus ou moins de la forme d'un rectangle, dont le petit axe serait parallèle à la paroi de la lacune originelle. Cette lacune, en se distendant, refoule les cellules environnantes, qui perdent bientôt leur régularité primitive.

Cette extension de la lacune et la multiplication utriculaire déterminent à la face inférieure de la feuille une petite boursouflure très remarquable. A peine cette éminence est-elle sensible au dehors que l'épiderme de la face inférieure (car c'est toujours de ce côté que l'altération se manifeste d'abord) a subi de profondes modifications. Il a déjà perdu son caractère épidermique sur les parties qui correspondent à la proéminence :



en effet, il y est dépourvu de stomates, et ses utricules sont moins grandes que celles de l'épiderme qui n'a pas éprouvé d'altération. Là, ainsi que dans le tissu sous-jacent, il y a eu production d'utricules nouvelles. Cette multiplication dessine quelquefois autour des points où elle s'accomplit, en comprimant un peu les cellules voisines qui ne prennent pas de part au phénomène, un cercle ou une ellipse assez nettement marquée, suivant que la proéminence est arrondie, elliptique ou plus ou moins allongée.

La cavité intérieure, remplie de gaz, continuant à s'accroître, soulève cet épiderme inférieur, qui finit par se déchirer. Les bords libres de ce dernier s'infléchissent alors vers le centre de la cavité. Cependant l'altération se propage jusqu'à l'épiderme supérieur, et celui-ci se perfore très fréquemment comme l'épiderme de la face opposée. Dans ce cas, l'ouverture suit les progrès de l'extension de la feuille. Si ces phénomènes se sont effectués lorsque la feuille était jeune encore et en voie d'accroissement, la perforation peut devenir assez grande; si, au contraire, la feuille était arrivée à son parfait développement, la perforation reste d'assez petite dimension. C'est même à cette dilatation de la feuille que paraît due la rupture de l'épiderme supérieur; car, lorsqu'elle ne grandit plus ou fort peu, cet épiderme reste souvent intact, sinon toujours.

Voilà ce qui se passe dans le *Pothos repens*, Hort. par. Les perforations y naissent presque toujours lorsque la feuille a acquis un accroissement déjà considérable. Dans le *Munstera Adansonii*, Schott. (*Dracontium pertusum*, L.), au contraire, cette singulière altération apparaît déjà dans la feuille encore roulée sur elle-même. M. Trécul a même observé très souvent que l'épiderme inférieur est déchiré avant que la feuille soit épanouie.

Il lui paraît donc ressortir de ce qui précède, que la production de ces perforations n'a rien de commun avec la formation des lobes et des folioles des feuilles, contrairement à ce que pensaient d'éminents botanistes.

Séance du 18 février 1854.

PHYSIOLOGIE. *Nouvelle manière de produire l'anesthésie.* —

M. Guérard communique quelques observations sur un nouveau moyen de déterminer l'insensibilité des parties sur lesquelles on doit pratiquer des opérations chirurgicales.

Ce moyen consiste à les arroser d'*éther sulfurique*, dont on accélère la vaporisation par un courant d'air rapide. Le froid qui se produit alors donne lieu à une *anesthésie* d'autant plus complète, qu'il est lui-même plus considérable. On peut, d'ailleurs, prolonger cette anesthésie aussi longtemps que le cas l'exige. Quand la position des parties ne permet pas d'y verser l'éther, on l'injecte à l'aide d'une petite seringue. Dans tous les cas, le filet de liquide doit être fort petit, et il faut le déplacer à chaque instant, afin d'étendre l'action réfrigérante au delà des limites sur lesquelles doit porter l'instrument de l'opérateur. Sous ce rapport, il peut y avoir avantage à placer sur la peau une mousseline fine et médiocrement tendue, dont la présence favorise la diffusion du liquide.

Avec l'*éther nitreux*, qui bout à 21°, les effets seraient plus prononcés qu'avec l'*éther sulfurique*, dont l'ébullition a lieu à 35°. L'*éther chlorhydrique* se vaporisant à 11°, donnerait lieu à une réfrigération beaucoup plus considérable. Mais l'emploi de ce liquide demande quelques précautions, afin de ne pas entraîner la gangrène par congélation.

Quant à la manière de produire le courant d'air, on réussit assez bien avec un soufflet ordinaire; mais les résultats sont plus complets, quand on se sert d'un soufflet à ventilateur ou *tarare*, semblable à ceux que l'on emploie depuis quelques années dans l'économie domestique.

Séance du 25 mars 1854.

PHYSIQUE DU GLOBE. *Comparaison des températures de l'air et du sol en contact.* — M. Rozet communique la note suivante, contenant les résultats des observations faites par lui à différentes altitudes et dans des circonstances variées, dans le but de préciser la différence qu'on observe entre la température du sol et celle de l'air immédiatement en contact.

« On sait que, sous l'influence des rayons solaires, la surface du sol s'échauffe plus que l'air qui la touche. En 1830, j'avais trouvé que celle des sables des bords de la mer, aux environs

d'Alger, dépasse quelquefois de 30° celle de l'air. En 1850, j'ai commencé une série d'observations à Orange, à 46^m au-dessus de la Méditerranée, avec deux thermomètres, l'un suspendu à l'ombre, à 1^m au-dessus du sol, et l'autre, placé dans le sol, à 0^m,02 de profondeur, et recouvert de terre. En 1851, j'ai continué ces observations à Gap, à 750^m au-dessus de la mer, pendant les mois de mai, juin et juillet, et je viens de les reprendre près de Tours, à 90^m au-dessus de l'Océan, pendant les beaux jours de la première moitié de mars. Voici les résultats obtenus :

» Tous les sols ne s'échauffent pas de la même manière (1), mais la loi de variation des différences de température avec l'air est constante et la même pour tous. Par une belle journée, un ciel sans nuages, au lever du soleil, la différence est nulle; l'excès de température du sol sur l'air croît ensuite régulièrement jusque vers 2$^h \frac{1}{2}$ du soir ; il diminue ensuite avec la même régularité jusqu'à une heure après le coucher du soleil, époque à laquelle la différence devient nulle de nouveau, et reste généralement ainsi jusqu'au lever du soleil : quatre fois seulement, pendant le cours de mes observations, j'ai trouvé, au lever du soleil, la température du sol de 1° à 2° inférieure à celle de l'air. Au coucher du soleil, la différence n'est déjà plus que de 1°,5, 1° et même 0°,5, en sorte que généralement, pendant la nuit, la perte de la surface du sol n'excède pas ces nombres. Les différences maxima de la journée ont été, en mars 9°, en mai 11°,5, en juin 14°, et en juillet 14°.

» Prenant sur une ligne horizontale, en allant de gauche à droite, des parties égales pour représenter les heures, à partir du lever du soleil, et élevant à chaque point de division une ordonnée proportionnelle à la différence de température, on obtient, pour les beaux jours, une courbe régulière, dont le point où la tangente est horizontale se trouve vers 2 h $\frac{1}{2}$ du soir, et qui s'infléchit beaucoup plus rapidement à droite qu'à gauche de ce point. Depuis une heure après le coucher du soleil jusqu'au lever, la courbe se confond généralement avec l'axe des x : très rarement elle passe au-dessous ; il est vrai que je n'ai point encore fait d'observations en hiver. Pour les jours où

(1) Je n'ai point encore assez d'observations pour donner des nombres à cet égard.

le ciel est couvert, la forme de la courbe reste la même, mais elle s'élève moins au-dessus de l'axe des x. Ces jours-là, les différences maxima ont varié, en mai de 2° à 4°, en juin de 4° à 6°, 5, en juillet de 4° à 7°. Dans les beaux jours, quand un nuage vient cacher le soleil pendant 30 minutes seulement, la différence entre les deux températures diminue notablement, puis augmente aussitôt que le soleil reparaît ; ensorte que, pour chaque semblable alternative, la courbe a un point de rebroussement. Plusieurs fois, lorsque le soleil s'est montré après une pluie, j'ai trouvé la température du sol humide inférieure à celle de l'air, ou la différence négative ; mais le soleil continuant à luire, elle redevenait bientôt positive, et le point de rebroussement de la courbe se trouvait alors au-dessous de l'axe des x.

« J'ai fait quelques observations pendant mes stations géodésiques sur les sommets des Alpes, et j'ai constaté, au mois de juin, qu'à 2200^m d'altitude, la différence entre la température du sol et celle de l'air, dans les beaux jours, allait jusqu'à 10°. »

Séance du 1er avril 1854.

PALÉONTOLOGIE. — M. Duvernoy présente à la Société un exemplaire imprimé de ses *Nouvelles études sur les Rhinocéros fossiles*. A cette occasion, il fait connaître des os du nez d'une forme très particulière, ayant appartenu à une espèce de Rhinocéros. Ces os ont été découverts dans les environs d'Orléans par M. Lockhart, connu depuis longtemps par différents travaux de géologie et de paléontologie sur cette contrée. Ils sont soudés en un seul, ont à leur surface un sillon large et assez profond qui règne dans toute la longueur de la ligne médiane. Toute leur surface est extrêmement rugueuse, y compris celle du sillon. Elle montre que le nez de cette espèce supportait une forte corne. L'existence d'une épaisse cloison osseuse dont un fragment subsiste dans la ligne médiane inférieure de ces mêmes os confirme cet aperçu.

Resterait à décider si ces singuliers os appartiennent à une espèce nouvelle ou à une espèce déjà distinguée par les os des membres, tel que le *brachypus*, mais dont on ne connaît pas cette partie de la tête.

M. Duvernoy a présenté en outre, comme résumé de son tra-

vail, le tableau ci-après des sous-genres et des espèces du genre *Rhinocéros*, tels qu'il pense devoir les admettre dans l'état actuel de la science.

Genre *Rhinocéros*. De l'ordre des Ongulés, du sous-ordre des *Pachydermes*, de la tribu des Phytophages, dont toutes les molaires sont triturantes.

Caractère du genre : Pieds à trois doigts, au moins ceux de derrière. Point de canines. Sept molaires de chaque côté, à l'une et l'autre mâchoire. Les cinq intermédiaires supérieures ont deux collines transverses réunies par une colline externe longitudinale, à bord tranchant, ondulé, à trois dentelures, avec une cannelure verticale près du bord antérieur de la face externe. La première et la dernière molaires n'ont dans la plupart des espèces qu'une colline transverse. Les molaires inférieures ont deux croissants qui se suivent. La dernière en a trois.

I. Sous-genre *Rhinocéros*. Trois doigts à chaque pied. Point d'incisives à l'âge adulte. Deux cornes sur le nez et le front.

1re Espèce. *Rh. Africanus*, Cuv.

2e Esp. *Rh. simus*, Burschel et de Blainville. La dernière molaire supérieure a deux collines transverses. Le museau très court, comme tronqué.

3e Esp. *Rh. tichorhinus*, Cuv. Une cloison osseuse supporte les os du nez. La dernière molaire supérieure a deux collines transverses.

4e Esp. *Rh. Lunellensis*, Gervais.

Les espèces 3 et 4 sont fossiles. Des cavernes et des terrains diluviens ou quaternaires.

II. Sous-genre *Rhinocérothère*. Deux fortes incisives à chaque mâchoire ; le plus souvent avec deux petites incisives intermédiaires ou latérales.

5e Esp. *Rh. Indicus*, Cuv. Une corne nasale ; de longs plis à la peau.

6e Esp. *Rh. Javanicus*, Cuv. Également unicorne ; moins de plis à la peau, taille plus petite.

7e Esp. *Rh. Sumatrensis*, Cuv. Bicorne ; la peau sans plis.

8e Esp. *Rh. incisivus*, Cuv., *Sansaniensis*, Lartet, *Schleyermacheri*, Kunp.

9. Esp. *Rh. brachypus*, Lartet.

10ᵉ Esp. *Rh. rhinaylakos*, Duv.; à sillon longitudinal sur les os du nez, qui supportaient une forte corne et étaient soutenus par une forte cloison osseuse, d'Orléans.

11ᵉ Esp. *Rh. Simorrensis*? Lartet.

12ᵉ Esp. *Rh. Radanensis*? Duv. de Radan.

13ᵉ Esp. *Rh. minutus*, Cuv.

Les espèces 8 à 13 sont des espèces fossiles des terrains miocènes.

14ᵉ Esp. *Rh. leptorhinus*, Cuv.

15ᵉ Esp. *Rh. protichorhinus*, Duv.

Les espèces 14 et 15 sont des terrains pliocènes.

III. Sous-genre *Pleuroceros*, Duv. Deux proéminences osseuses latérales sur les os du nez supportant une petite corne.

16ᵉ Esp. *Pl. typus.*

IV. Sous-genre *Acerotherium*. Point de corne sur les os du nez, qui restent lisses à leur surface, sont petits et ne se soudent pas entre eux.

17ᵉ Esp. *Ace. typus vel Schleyermacheri*, Duv. *Acerotherium*

18ᵉ Esp. *Acer. Gannatense*, Duv.

Les espèces 17ᵉ et 18ᵉ sont des terrains miocènes.

Ostéologie. — M. Gerdy, à l'occasion de ses recherches sur la structure des os à l'état sain et à l'état enflammé, fait voir qu'il est des os dans les animaux qui sont normalement, à leur surface, dans le même état que les os enflammés. Ces os sont ceux qui sont revêtus par une portion de peau où il se fait une sécrétion cornée très abondante et très active, comme les os de de l'intérieur de la corne des Ruminants, des Moutons, des Bœufs, des Antilopes, etc.; les os qui supportent la corne des Rhinocéros, la phalange onguéale des Solipèdes; les os de la face supérieure de la tête du Crocodile, etc. Il suit de là que l'activité de ces sécrétions cornées est le résultat d'une vascularisation plus considérable de la peau; que cette vascularisation s'étend ou se propage à l'os sous-jacent et s'imprime à sa surface. Cette disposition est caractérisée comme dans les os enflammés par des trous, des sillons et des canalicules vasculaires très visibles à l'œil nu, plus visibles à la loupe, comme dans les os enflammés. Néanmoins on n'y trouve, ni les sécrétions périostales, ni les raréfactions intérieures de l'ostéite. Ces relations

d'anatomie et de physiologie animales nous révèlent des faits de causalité et de conditionalité très manifestes que nous ne soupçonnions pas.

Séance du 8 avril 1854.

PHYSIOLOGIE. *Effets produits par des injections de perchlorure de fer dans les artères.*— MM. Geraldès et Goubaux communiquent le résumé suivant d'expériences faites depuis une année à l'école vétérinaire d'Alfort, pour étudier l'action du perchlorure de fer injecté dans les artères. Voici les résultats obtenus :

Quelques gouttes de perchlorure de fer injectées dans l'artère carotide d'un Cheval coagulent le sang contenu dans une portion de l'artère mesurant 4 centimètres; 2 gouttes de perchlorure à 49° aréomètre de Baumé, 3 gouttes à 30° = 6 gouttes à 15° donnent lieu à la formation d'un caillot 3 minutes après l'opération. Le sel de fer à 49° mortifie le sang et les parois artérielles ; le caillot formé est un véritable corps étranger qui se décompose et est rejeté avec la portion d'artère mortifiée. La solution à 30° détermine la formation d'un caillot composé de sang altéré et de fibrine ; les parois artérielles sont atteintes par l'agent chimique, mais elles ne sont pas désorganisées comme dans le premier cas. La solution à 15° donne lieu aux mêmes phénomènes à un degré plus faible.

Une injection de sel de fer dans les artères donne lieu au développement des phénomènes suivants : formation de caillots secondaires du côté du cœur et du côté périphérique; épanchement de lymphe plastique dans la gaîne celluleuse de l'artère. Ces deux phénomènes sont constants.

Si l'injection a été faite avec du sel de fer à 49° à la dose de 10 ou de 15 gouttes, les phénomènes indiqués se produisent avec une grande intensité, et il se fait plus tard dans la plaie une désorganisation du caillot et de l'artère, et élimination de ces parties, ce qui entraîne dans quelques cas le développement d'une gangrène ou des hémorrhagies mortelles.

Si la dose injectée ne dépasse pas 4 ou 5 gouttes, que sa densité soit de 20° à 30°, alors une série différente de phénomènes s'observe : le caillot primitif s'enkyste dans l'artère par les adhéren-

ces qu'il contracte avec les tuniques artérielles. Cet enkystement est toujours suivi de la disparition de la virole plastique qui se forme après l'opération, de la disparition des caillots secondaires et de l'oblitération des artères, ainsi que de la formation d'une circulation récurrente de nouvelle formation.

Les expériences de MM. Geraldès et Goubaux sont au nombre de 35. De ces expériences ils tirent les conclusions pratiques suivantes :

1° Le perchlorure de fer de 49° à 45° ne doit pas être employé dans la pratique, en injection dans le traitement des anévrysmes. Son usage donnerait lieu à des accidents graves.

2° Le perchlorure à 30°, mais surtout à 20°, pourra être employé en injection dans les tumeurs anévrysmales, dans les tumeurs érectiles veineuses, dans les varices, à la condition d'avoir soin que le caillot formé ne communique pas avec l'air extérieur.

3° Le perchlorure de 45° à 49° est un excellent hémostatique contre les hémorrhagies profondes à la suite des opérations.

4° La quantité de perchlorure injectée dans les anévrysmes doit se trouver dans la proportion de 5 gouttes de perchlorure à 30°: 10 gouttes à 20°, pour une quantité de trois centimètres cubes de sang.

Séance du 22 avril 1854.

PHYSIOLOGIE. *Anesthésie locale.*—M. Guérard rappelle à la Société que, dans la séance du 18 février dernier, il lui a fait connaître un nouveau moyen de rendre insensibles les parties sur lesquelles doivent être pratiquées des opérations chirurgicales. Ce moyen consiste à abaisser vivement la température des parties malades au moyen de la projection et de la vaporisation rapide de l'éther sulfurique, sous l'influence d'un courant d'air.

Depuis que cette communication a été faite à la Société, plusieurs chirurgiens ont appliqué avec succès ce procédé. Dans le nombre, nous citerons M. Richet, professeur agrégé à la Faculté de médecine, chargé *par intérim* du service de M. Roux à l'Hôtel-Dieu. — Ce praticien a enlevé chez une femme une tumeur du volume d'un œuf situé à la joue, au niveau de la bran-

che ascendante de la mâchoire; tant que l'instrument a agi sur la peau et les parties immédiatement sous-jacentes, la dissection de la tumeur n'a causé aucune sensation douloureuse : mais, quand il a fallu la détacher complétement, l'instrument ayant alors dépassé les limites où les tissus étaient insensibles, une vive douleur a été perçue par la malade : heureusement ce temps de l'opération fut extrêmement court. — La même chose a été observée chez un malade auquel le même chirurgien a dû enlever le petit orteil du pied gauche. L'opération, effectuée *en presque totalité* sans déterminer de souffrance, n'est devenue douloureuse qu'au moment où, après avoir pénétré dans l'articulation le chirurgien a, d'un seul coup de bistouri, détaché l'orteil des parties molles auxquelles il adhérait encore. — Ainsi, l'anesthésie existait complétement dans tous les points correspondants à ceux où l'éther avait été versé et vaporisé.— Un dernier fait concerne M. Richet lui-même. qui, atteint d'un *panaris*, a pu s'opérer, après avoir produit l'insensibilité du doigt malade au moyen du nouveau procédé.

M. G. met sous les yeux de la Société un petit appareil propre à pratiquer l'anesthésie locale par vaporisation de l'éther. Cet appareil, qu'il a fait exécuter par un habile constructeur, M. Mathieu, se compose d'une petite seringue mobile, qui, une fois pleine d'éther, est placée sur un support allongé, portant un ressort à boudin ; ce ressort, en se détendant, fait marcher le piston de la seringue, aussitôt que le robinet dont celle-ci est munie, a été ouvert. Tout l'appareil est monté sur deux anneaux fendus, dans lesquels on engage la douille d'un soufflet ordinaire. — On fabrique pour la même opération des soufflets à ventilateur ou *tarare*, portant d'une manière fixe le petit appareil que nous venons d'indiquer.

Parmi les avantages du nouveau procédé, M. G. insiste sur celui de ne produire aucune réaction inflammatoire, capable de compromettre le succès de l'opération, réaction qui a été fréquemment observée dans l'emploi, comme anesthétiques, des mélanges réfrigérants, glace et sel marin, par exemple.

De plus, ce procédé est applicable en toute saison et en tout lieu, ce qui ne se rencontre pas avec ces mêmes mélanges réfrigérants.

En ce moment M. G. s'occupe d'expériences comparatives avec différents liquides volatils, et, en particulier, avec le chloroforme et l'éther nitreux ; il en communiquera ultérieurement les résultats à la Société.

OSTÉOLOGIE. — M. Gerdy fait une 2e communication sur les maladies des os.

« Dans une 1re communication, dit-il, nous sommes entré dans des détails sur la structure des os pour faire comprendre pourquoi on a méconnu la théorie de leur inflammation et leur inflammation. Nous avons montré que cette inflammation était tantôt *raréfiante*, tantôt *condensante*, tantôt *bulleuse*, comme une bulle de savon, comme un ballon gonflé d'air. Nous voulons en montrer aujourd'hui d'autres modes. L'ostéite est simple, commune, ou érodante, ou ulcérante et cariante, ou éliminatoire.

» L'*érodante* est celle qui érode un os enflammé ou même en détache, par érosion, un séquestre vasculaire et enflammé, dur ou mou, et qui a une tendance à guérir et guérit promptement par un traitement simple, par des topiques doux, cérat, compresses, bandes. Elle se reconnaît à sa marche bénigne et courte.

» L'*ulcérante* ou *carie*, ronge un os enflammé par une ulcération, c'est-à-dire par une érosion qui n'a pas de tendance à guérir et qui, bien plus souvent que la précédente, détache par là un séquestre vasculaire, enflammé, raréfié, mou, friable ou dur, et plus ou moins compact. Cette ostéite, ou carie, se distingue de la précédente par sa résistance à nos moyens de guérison et parce que, pour la guérir, il faut souvent la frapper de mort par le feu ou les caustiques.

» L'*éliminatoire* appartient à la nécrose, qui n'est pourtant pas une inflammation. Le caractère essentiel de la vraie nécrose consiste en effet dans la mort d'un os qui n'est ni enflammé, ni vascularisé, qui semble même souvent mourir faute de sang et de fluides nourriciers. Le séquestre est ici très différent des précédents, il est invasculaire et inenflammé. Et si l'on n'a pu encore comprendre le vrai caractère de la nécrose, c'est que l'on ne connaît pas bien encore la vascularisation des os. Mais telle est la profonde différence qui existe entre les ostéites érodante,

cariante et éliminatoire, de la nécrose, que les caractères en sont précisément inverses. Dans les ostéites érodante et cariante, le phénomène *initial* est l'inflammation disjonctive, la mort du séquestre est le fait terminal ; dans la nécrose, le fait initial est la mort du séquestre, le fait terminal l'élimination. »

ZOOLOGIE. *Structure des Foraminifères.* — M. Williams B. Carpenter met sous les yeux de la Société une série de dessins montrant la structure microscopique de plusieurs espèces de Rhizopodes ou Foraminifères récents, et expose brièvement les principaux résultats de ses recherches.

Les observations sur les différents types des mers actuelles qu'il a examinés confirment pleinement les vues qu'il a énoncées dans son mémoire sur les Nummulites, quant à la nature de ces corps; ainsi, dans toutes les formes polythalames, la multiplication des chambres s'effectue (comme dans le testier des Bryozoaires) par une gemmation plus ou moins variable, selon les espèces, tant en direction qu'en étendue. Chez les Nummulites, ainsi que l'ont établi MM. d'Archiac et Jules Haime, ces deux conditions sont ordinairement très constantes ; mais ailleurs il en est tout autrement, et ni la forme, ni la grandeur, ni les ornements de la surface ne peuvent plus fournir de caractères valables pour la distinction des espèces. La *direction* même du bourgeonnement n'a pas toujours une importance suffisante pour servir de base aux divisions primaires de la classe. Ainsi l'*Orbitolites complanata*, qui appartient aux Cyclostègues de M. d'Orbigny, a tant d'affinité par toutes les particularités essentielles de la structure avec l'*Orbiculina adunca*, placée par cet auteur dans les Hélicostègues, qu'on doit les considérer comme deux espèces du même genre ; l'accroissement de la première est typiquement concentrique dès l'origine, mais quelquefois commence spiralement; l'accroissement de l'autre est toujours spiral à l'origine, mais devient fréquemment concentrique après un petit nombre de tours, comme cela arrive aussi dans plusieurs autres Hélicostègues. La structure de la région marginale est complétement la même dans les échantillons adultes de ces deux espèces, et la seule différence spécifique constante qu'il y ait entre eux, c'est que les quatre ou cinq premiers tours de l'*Orbiculina adunca* s'enveloppent l'un l'autre et donnent lieu à une saillie centrale

qui manque dans l'*Orbitolites*, où, au contraire, les chambres centrales ne se recouvrent pas.

Les investigations auxquelles M. C. s'est livré le conduisent à penser que la classe des Foraminifères peut être divisée en deux principaux groupes primaires, d'après la stucture intime de leur squelette calcaire. Dans le plus élevé, dont les Nummulites peuvent être prises pour type, chaque segment du corps a son enveloppe propre, et les cloisons qui séparent les chambres sont toujours doubles. Cette enveloppe est perforée de tubes très fins, ressemblant à ceux de la dentine, et il existe un système de canaux passant à travers les lames adjacentes de plusieurs cloisons et s'ouvrant au dehors, de manière à établir une communication directe entre les chambres les plus internes et la surface extérieure. Cette organisation, que M. C. croit avoir le premier décrite chez les Nummulites, a été retrouvée par lui dans plusieurs genres de l'époque actuelle. Elle est surtout très évidente chez la Polystomelle, où les orifices externes des canaux sont très grands et quelquefois contiennent encore des restes du sarcode qui occupait leur intérieur. M. Carpenter a également observé cette structure dans un genre nouveau qu'il propose de nommer *Cycloclypeus*. C'est un corps discoïde, qu'aucun caractère extérieur ne peut distinguer des Orbitolites, et qui, comme celles-ci, a une croissance concentrique, mais qui présente tous les traits de l'organisation des formes supérieures. Sa taille surpasse celle de tous les genres vivants de Foraminifères connus jusqu'à ce jour ; le Muséum Britannique en possède des individus qui ont presque trois pouces de diamètre. A ce groupe appartiennent encore les genres *Heterostegina*, *Amphistegina*, *Faujasina* et plusieurs autres.

Dans la seconde division des Foraminifères, la plupart des segments du corps gélatineux ne possèdent pas d'enveloppe distincte ; les cloisons entre les chambres ne sont pas doubles, et il n'y a pas non plus de système de canaux. Le squelette est tout à fait grossier, concrétionnaire, et ne montre aucune structure organique distincte. Il paraît formé par le remplissage calcaire des intervalles compris entre les masses sarcodiques. De ce type, que M. C. croit ne devoir pas éloigner beaucoup des Spongiaires, dépendent les genres *Orbitolites*, *Orbiculina* et *Alveolina*.

M. C. est convaincu que les ressemblances de forme extérieure et de structure intime entre plusieurs Foraminifères fossiles et vivants montrent leur identité spécifique. Tel est le cas de l'*Orbitolites complanata* et de l'*Alveolina Bosci* du calcaire grossier, qui existent actuellement sur les côtes de la Nouvelle-Hollande et des Philippines. Cela a encore lieu pour la *Calcarina* de la craie de Maëstricht, qui se trouve abondamment près des Philippines, et pour l'*Heterostegina* de la formation miocène de Malte, qui est également commune dans les mers australes.

Analyse et géométrie. — M. Catalan fait la communication suivante :

Le dernier cahier du *Journal de l'École polytechnique* renferme, entre autres matières, une solution de ce problème : *Trouver tous les systèmes de cercles orthogonaux tracés sur une sphère.* L'auteur du mémoire, pour résoudre la question qu'il s'était posée, fait usage d'une analyse assez compliquée, à laquelle on peut substituer les considérations que voici :

Les projections stéréographiques de cercles orthogonaux tracés sur une sphère sont des cercles orthogonaux tracés sur le plan servant de *tableau*. Réciproquement, à des cercles orthogonaux, situés sur ce plan, correspondront, sur la sphère, des cercles orthogonaux. D'après cela, pour résoudre la question dont il s'agit, il suffit de *trouver tous les systèmes de cercles orthogonaux tracés sur un plan.* La solution de ce nouveau problème conduit à l'équation

$$(a-\alpha)^2+(b-\beta)^2=r^2+\rho^2, \quad (1)$$

dans laquelle a, b doivent être des fonctions de r, et α, β des fonctions de ρ. Ces dernières conditions conduisent, très simplement, aux équations

$$x^2+y^2-2by=-g, \quad (2)$$
$$x^2+y^2-2ax=+g, \quad (3)$$

qui représenteront tous les systèmes cherchés, si l'on fait un choix convenable d'axes. De l'inspection de ces équations résulte la proposition suivante, à laquelle était arrivé l'auteur du mémoire contenu dans le *Journal de l'École polytechnique* :

Pour obtenir, sur une sphère donnée, deux systèmes de cercles orthogonaux, il faut prendre, arbitrairement, deux droites

réciproques A, B, *et couper la sphère par deux séries de plans menés, les uns par la droite* A, *les autres par la droite* B.

M. C. fait observer qu'il résulte, des théorèmes précédents, que *les projections stéréographiques de deux droites réciproques sont deux droites perpendiculaires entre elles.*

M. C. fait ensuite une communication *sur la surface dont les deux rayons de courbure principaux sont, en chaque point, égaux et de signes contraires.* En cherchant, parmi les surfaces dont il s'agit, celles dont l'équation est de la forme $X+Y+Z=o$, M. C. a trouvé qu'il n'y en a qu'une, et qu'elle est représentée par $z = \log. \sin. x - \log. \sin. y$. Il suppose que cet exemple est déjà connu.

En terminant, M. C. rappelle qu'il a donné, pour la première fois, la démonstration de ce théorème : *Parmi toutes les surfaces réglées, l'héliçoïde à plan directeur est la seule qui ait, en chaque point, ses deux rayons de courbure égaux et de signes contraires.* C'est donc à tort que, dans l'avant-dernier cahier du *Journal de l'École polytechnique*, cette proposition est attribuée à *Meusnier*.

Séance du 29 *avril* 1854.

Anatomie et physiologie. — M. Gerdy fait une communication sur la structure commune des organes creux et musculaires, sur le mécanisme de leur action et sur les modifications spéciales de l'organisation et des actions de chacun de ces organes. Il démontre, en outre, qu'indépendamment de faisceaux musculaires *essentiels* à chaque viscère, il y a presque toujours des faisceaux *auxiliaires* qui aident l'action de ceux qui sont essentiels, en sorte que la nature, dans sa profonde prévoyance, a toujours des puissances en réserve pour remplacer les puissances essentielles qui viennent à être paralysées ou détruites, et pour leur prêter son concours dans tous les cas. Il démontre aussi que, malgré les variétés particulières aux fibres musculeuses de chaque organe, on y trouve des éléments analogues ou des fibres droites, ou des fibres entrecroisées à angle droit ou aigu, ou des fibres en forme d'anses, ou des fibres en sphincter parfaitement disposées pour concourir à remplir les fonctions auxquelles elles sont destinées.

ENTOMOLOGIE. — M. Théophile Bruant communique la note suivante :

« Depuis quelques années l'étude des sciences naturelles a pris, en France comme partout, un immense développement. En entomologie, surtout, un grand nombre de personnes se sont mises à l'œuvre avec ardeur, ont entrepris l'éducation des larves et des chenilles, et sont parvenues ainsi à rectifier bien des erreurs, à constater bien des individualités douteuses. Malheureusement cette étude minutieuse des espèces conduit trop souvent à confondre les caractères génériques avec ceux qui ne sont que spécifiques. On perd de vue la synthèse pour l'analyse, et on se laisse aller à créer ainsi une foule de genres, aussi peu solidement constitués que fatigants, même pour la mémoire la mieux organisée. Nous en sommes arrivés à ce point qu'un entomologiste n'ose plus écrire, sur la même étiquette, le nom du genre avec celui de l'espèce, de peur d'être forcé de refaire toutes ses étiquettes, un an, ou même quelques mois après.

» Il serait donc temps de revenir à la méthode de Linné, de reconstruire de grands groupes, laissant comme divisions ou subdivisions les innombrables genres établis récemment. Pour ma part, je crois que désormais il y a plus à enlever qu'à ajouter en entomologie.

» Quelques auteurs ont blâmé l'emploi des tribus, en fait de classification (1) ; j'avoue que je ne partage pas cette manière de voir, car, en général, je pense que les tribus peuvent remplacer les genres primitifs, et qu'on aura des groupes aussi bien établis et bien assez nombreux, dans beaucoup de cas, en s'arrêtant à ces divisions.

» Ainsi, en divisant la légion des Tinéides en dix-huit tribus (au lieu d'adopter les 70 genres que j'ai enregistrés dans le Catalogue du Doubs), on aurait une classification très simplifiée et répondant peut-être suffisamment aux exigences de la science. La légion des Tinéides, dans ce cas, serait composée ainsi :

Sectio I. Tribus 1, Eudoreidæ. — 2, Crambidæ. — 3, Yponomentidæ.

Sectio II. Tribus 4, Diurneidæ. — 5, Psychidæ. — 6, Tineidæ. — 7, Adelidæ. — 8, Ypsolophidæ. — 9, Depressaridæ. — 10, Anacampsidæ. — 11, Röslertammidæ. — 12, Œcophoridæ. — 13, Æchmidæ. — 14, Argyresthidæ.

(1) M. Delaharpe, de Lausanne (Catalogue des Phalènes suisses), etc.

— 15, Elachistidæ. — 16, Gracillaridæ. — 17. Coleophoridæ. — 18, Pterophoridæ.

» Pour ne citer qu'un exemple, la tribu des Anacampsides, qui renferme les genres *Anacampsis*, *Butalis* et *Acompsia*, pourrait, je crois, ne constituer qu'un seul genre (*Anacampsis*), avec 3 divisions.

» Quelques groupes présenteraient peut-être un peu plus de difficultés; mais je reste convaincu que c'est là le but où doivent tendre les efforts de tous ceux qui cultivent les sciences naturelles.

» Du reste, en remaniant dernièrement ma collection pour la placer dans le Muséum de Besançon, j'ai été choqué d'un grave inconvénient que présente la classification adoptée par les Lépidoptéristes modernes, par rapport aux Diurnes. Dans le Catalogue de feu Duponchel, comme dans celui de Boisduval, les Diurnes offrent trois divisions ainsi établies :

» 1° 6 pattes ambulatoires (genres, *Papilio*, *Parnassius*, *Pieris*, etc.); 2° 4 pattes ambulatoires (genres *Erebia*, *Argynnis*, etc.); 3° 6 pattes ambulatoires (genr. *Steropes*, *Hesperia*, etc.)

» Je trouve cette marche vicieuse, et il me semble qu'il serait bien préférable de procéder de manière à n'avoir pas d'interruption dans la série.

» Voici la classification des Lépidoptères diurnes, telle que je l'ai modifiée :

Division I. 4 pattes ambulatoires.

Tribus 1. *Satyridæ*. G. *Satyrus*, *Chionobas*, *Erebia*, *Arge*.

Tribus 2. *Nymphalidæ*. G. *Limenitis*, *Nymphalis*, *Apatura*, *Charaxes*.

Tribus 3. *Argynnidæ*. G. *Argynnis*. Sous-division : premières pattes plus longues que dans les genres précédents; ou même complètes dans l'un des deux sexes. G. *Melitæa*, *Nemeobia*, *Libythea*.

Division II. 6 pattes ambulatoires.

Tribus 4. *Polyommatidæ*. G. *Polyommatus*, *Lycæna*, *Thecla*.

Tribus 5. *Pieridæ*. G. *Rhodocera*, *Colias*, *Zegris*, *Leucophasia*, *Pieris* (terminé par *Cratægi*).

Tribus 6. *Parnassidæ*. G. *Doritis* (commençant par *immaculatus*), *Parnassius*, *Thaïs*.

Tribus 7. *Papilionidæ*. G. *Papilio*.

Tribus 8. *Hesperidæ*. G. *Hesperia* [Les Hespéries à queues (genre exotique) forment passage des *Papilio* aux *Hesperia*.], *Syrichtus*.

» Pour les Crépusculaires, je commence par le genre *Smerinthus*, dont les espèces n'ont pas de frein aux ailes inférieures, et qui forme passage aux autres Sphingides (G. *Agerontia*, etc.) qui portent un frein, comme les Nocturnes.

Séance du 6 *mai* 1854.

HYDRAULIQUE. — M. de Saint-Venant fait la communication suivante, relative à l'influence retardatrice des herbes, des broussailles, des arbres, etc., sur l'écoulement des eaux, principalement de celles qui sont débordées dans les plaines pendant les crues des rivières.

« Je ne connais, dit-il, d'expériences directes à ce sujet que celles de Du Buat, sur la vitesse de l'eau dans le canal de dessèchement dit du Jard, près de Condé (*Principes d'hydraulique*, § 404), avant et après le faucardement des joncs qui tapissaient son lit.

« Voici le tableau des résultats. Les vitesses moyennes U ont été déduites des vitesses à la surface V, par la formule de Prony, donnant environ $U = 0,8V$, pour le canal débarrassé des joncs; mais, pour le canal avec les joncs, on a cru devoir réduire la vitesse moyenne U aux 0,6 de celle V. On sait que R, dans la notation de Prony, est le quotient de la section d'écoulement par le périmètre mouillé, et que RI est le produit de ce *rayon moyen* R et de la pente I par mètre. Les hauteurs d'eau ont été obtenues en supposant les bords à pic, et une largeur de $7^m,61$ au canal, ce qui s'accorde assez avec les données de Du Buat.

Nos des expér.	RI, d'après l'observat.	Vitesses V observées.	Vitesses U déduites de V.	Vitesses U calculées d'apr. RI.	Hauteurs d'eau.
	Avec les joncs.	m	m	m	m
175	0,0001226	0,472	0,283	0,547	1,52
176	868	0,329	0,197	0,425	1,14
	Sans les joncs.				
177	0,0000185	0,197	0,161	0,194	0,59
178	286	0,260	0,212	0,249	0,73
179	214	0,211	0,172	0,211	0,70
180	513	0,426	0,348	0,341	0,99

» On voit que les vitesses U calculées par la formule $RI = 0,0000243U + 0,000366U^2$, dont la forme a été donnée par

Prony et les coefficiens numériques par M. Eytelwein, ne diffèrent pas beaucoup de celles déduites de la vitesse V observée à la surface, et l'on peut attribuer les petites différences à ce qu'il restait encore quelques joncs (Du Buat) après le faucardement. Les vitesses 0,547 et 0,425 calculées, pour les expériences 175, 176 faites avant, par cette même formule que l'on sait être, du reste, d'accord avec un grand nombre d'autres expériences, peuvent donc être considérées comme représentant celles qu'on aurait eues sans les joncs.

» Les rapports $\frac{0,283}{0,547}=0,52$, et $\frac{0,197}{0,425}=0,46$ représentent en conséquence les proportions auxquelles se sont réduits et les vitesses et le débit des eaux, par l'effet retardateur de ces herbes. La moyenne est 0,49, en sorte que la présence des herbes a réduit la vitesse de plus de moitié. Cependant, dit Du Buat, les joncs de ce canal sont coupés tous les ans; on ne les aperçoit qu'à la faveur de la limpidité de l'eau, et quelques-uns seulement montaient jusqu'à sa surface. La diminution serait bien plus forte s'ils occupaient toute sa profondeur.

» On peut, pour des cas différents, calculer théoriquement l'influence des herbes dans les canaux, ainsi que des arbres ou des haies, etc., dans le lit majeur des rivières débordées.

» Considérons pour cela, avec M. Poncelet (Introduction à la mécanique industrielle; appendice sur la résistance des fluides), que lorsqu'un corps est plongé et immobile dans un courant, la vitesse du fluide prend, tout autour, et dans une étendue assez restreinte, une valeur U_1 plus grande que celle U qu'elle avait en amont du corps, de manière à fournir le même débit malgré le rétrécissement que sa présence produit dans la section d'écoulement. Comme cette vitesse reprend brusquement, en aval, sa valeur antérieure U dans le sens de la translation, le surplus devient (M. Poncelet) vitesse de *tourbillonnement*, inutile à l'écoulement et destinée d'ailleurs à s'anéantir bientôt dans des frottements, ou à se convertir en des vibrations moléculaires imperceptibles que les parois absorbent. Il en résulte ce qu'on appelle une *perte* de demi-force vive translatoire, qui, dans chaque unité de temps, a pour valeur $M\frac{(U_1-U)^2}{2}$ d'après le théorème de

Borda, ou d'après la double équation de travail et de quantité de mouvement posée par M. Bélanger dans ses remarquables leçons lithographiées; expression dans laquelle M est la masse écoulée par seconde, dans le canal fictif embrassant le corps et les filets fluides dont la vitesse s'accélère d'une manière un peu sensible. Si l'on représente par A la plus grande section transversale du corps, par ω la section du petit canal dont nous parlons, et qui n'excède jamais 4 ou 5 fois A; par Π le poids (1000 kil. environ) du mètre cube du fluide, par g l'accélération due à la gravité, l'on a $M = \frac{\Pi}{g}\omega U$; et l'on a aussi $U_1 = \frac{\omega U}{\omega - A}$ si, comme nous le supposons, le corps a la forme d'une sphère, ou d'un cylindre vertical, ou généralement s'il a une *proue* qui, comme l'avant-bec d'une pile de pont, empêche toute *contraction* de l'eau à l'entour. Donc, comme la perte de demi-force vive en une seconde équivaut à un travail résistant, pour un espace relatif parcouru U, l'on a, en substituant et divisant par U, l'expression suivante de la force retardatrice exercée sur le fluide par le corps plongé :

$$(1)\ldots\; k.\Pi A \frac{U^2}{2g}; \text{ en faisant } (2)\ldots\; k = \frac{\frac{\omega}{A}}{\left(\frac{\omega}{A} - 1\right)^2}$$

» Cette formule peut servir à calculer l'action retardatrice produite dans un courant d'une section totale ω par une file transversale de piquets cylindriques et verticaux, offrant une section verticale totale A, si l'espacement des piquets n'est pas de plus de 4 fois leur diamètre, ou 5 fois en prenant les intervalles de milieu en milieu.

» Mais si l'espacement est plus considérable, il ne faut prendre pour ω qu'une portion de la section du courant, puisque, comme nous avons dit, l'augmentation de vitesse des filets fluides ne se fait sentir que dans un certain espace autour du corps plongé. Et comme on ne peut pas prévoir à priori quelle valeur il faut attribuer au rapport $\frac{\omega}{A}$, il convient d'emprunter le coefficient k aux expériences connues, relatives *à l'impulsion des fluides* en

mouvement sur les corps plongés en repos, car *cette impulsion est précisément égale à la réaction opposée et retardatrice, qu'exercent les corps sur les fluides.*

» Or, pour les corps sphériques, les expériences faites par Newton, etc., ont donné $k=0,60$, ou plutôt, moyennement $0,58$, ce qui est la valeur de l'expression (2), en y faisant $\frac{\omega}{A}=3,4$.

» Pour un corps cylindrique s'élevant du fond jusqu'à la surface, comme les déviations et les accélérations de filets fluides, suivies de leur retour à leur première vitesse, ne s'opèrent qu'à droite et à gauche au lieu de s'opérer aussi en dessus et en dessous, nous prendrons seulement

$$(3) \qquad k=0,31,$$

ce qui est la valeur (2) de k en faisant $\frac{\omega}{A}=5$.

» Cela posé, soient :

d le diamètre des cylindres verticaux égaux et équidistants, plantés en files transversales dans un courant;

e leur espacement d'axe en axe dans une même file;

e' l'espacement moyen de ces files, aussi d'axe en axe et dans le sens longitudinal;

Ω l'aire de la section transversale du courant;

χ son périmètre mouillé; $R=\frac{\Omega}{\chi}$;

I sa pente par mètre;

U sa vitesse moyenne;

a, b les coefficients de la formule $RI=aU+bU^2$ relative au cas où il n'y a pas de pareils corps dans le courant; ou soit $aU+bU^2$ la hauteur très petite du prisme d'eau ayant pour base l'unité de surface de la paroi du courant et pour poids l'intensité du frottement du fluide contre cette portion de la paroi.

» La force motrice d'une longueur L du courant sera, dans le sens même du mouvement, qui est presque horizontal,

$$\Pi\,\Omega\,L\,I.$$

Sa force retardatrice due au frottement de la paroi sera

$$L\chi.\,\Pi\,(aU+bU^2).$$

Sa force retardatrice due aux piquets cylindriques dont la sec-

tion verticale totale est $\Omega \frac{d}{e}$ par file, sera $k\,\Pi\,\Omega \frac{e}{d} \frac{U^2}{2g}$ pour une file ; et, comme il y a $\frac{L}{e'}$ files pour une longueur L, elle sera, pour cette longueur,

$$\frac{L}{e'} . k\Pi\Omega \frac{d}{e} . \frac{U^2}{2g}.$$

On aura donc pour l'équilibre, en divisant par $\Pi L \chi$:

$$(4) \qquad RI = aU + bU^2 + \frac{k}{2g} \frac{d}{e} \frac{1}{e'} RU^2,$$

formule qu'on peut réduire ordinairement, en supprimant le terme aU, mais en faisant, par contre, $b = 0{,}0004$ au lieu de $0{,}000366$ (1), et en remplaçant $2g = 19,62$ par 20, à,

$$(5) \qquad RI = \left(0{,}0004 + \frac{k}{20} R \frac{d}{e} \frac{1}{e'}\right) U^2.$$

» Applications de cette formule (5) :

» 1° Supposons que, dans un canal, comme celui du Jard où Du Buat a fait ses expériences, il y ait des joncs (*Scirpus lacustris*) assimilables à des cylindres verticaux d'un centimètre de diamètre, s'élevant jusqu'à la surface de l'eau, et espacés de 35 centimètres. On aura $k = 0{,}31$ (valeur (3)), $\frac{d}{e} = \frac{1}{35}$, $\frac{1}{e'} = \frac{1}{0{,}35}$, d'où, R étant $= 1$ mètre (moyenne des deux expériences de Du Buat, où il était 1,094 à 0,88) :

$$RI = \left(0{,}0004 + \frac{0{,}31}{20} . \ 1. \ \frac{1}{35} . \frac{1}{0{,}35}\right) U^2 = 0{,}001645 U^2.$$

La vitesse U est le $\sqrt{\frac{4}{16{,}45}} =$ le $\frac{1}{2}$ environ de ce qu'elle serait sans les joncs ; ce qui est conforme à l'expérience, où les joncs étaient sans doute probablement moins espacés que 35

(1) Formules et tables nouvelles pour les eaux courantes, 1851, articles 13 et 14, et figure 4 ; ou tables hydrauliques et méthodes graphiques, 1851, article 4.

centimètres, mais ou, par contre, ils étaient inclinés vers aval et ne s'élevaient pas jusqu'à la surface.

» 2° Supposons qu'il y ait, de 20 en 20 mètres, dans une plaine où coulent des eaux débordées, des haies transversales, qu'on juge assimilables à peu près, pour la résistance, chacune à deux treillages composés de baguettes verticales rondes de 2 centimètres de diamètre, espacées de 6 centimètres entre faces ou de 8 de milieu en milieu. Comme on a $\frac{\omega}{A} = \frac{e}{d} = 4$, il ne faut pas prendre la valeur $k = 0,31$ qui convient, avons-nous dit, seulement aux valeurs de $\frac{\omega}{A}$ plus grandes que 5. Il faut se servir de la formule (1), qui donne $k = \frac{4}{(4-1)^2} = 0,44$; d'où, comme $\frac{d}{e} = \frac{1}{4}$, $\frac{1}{e'} = \frac{2}{20}$, et en supposant la hauteur d'eau $R = 0^m,80$:

$$RI = \left(0,0004 + \frac{0,44}{20}.\ 0,80.\ \frac{1}{4}.\ \frac{1}{10}\right)U^2 = 0,00084\ U^2.$$

La vitesse sera les $\sqrt{\frac{40}{84}} = \frac{2}{3}$ environ de ce qu'elle serait sans les haies.

» 3° Soit, dans une autre partie de la même plaine où coulent les eaux débordées d'une rivière, une plantation d'arbres de $0^m,20$ de diamètre, espacés de $1^m,20$ de milieu en milieu dans

(1) On peut faire servir aussi la formule (1) $k\Pi A \frac{U^2}{2g}$ à l'évaluation de la force retardatrice exercée par une petite butte transversale, telle qu'un sillon d'une terre labourée, supposé d'une hauteur h, en mettant χh pour A, et, pour U, la vitesse de fond, qu'on regarde comme égale à $\frac{3}{4}$ U (Prony). Ainsi l'on aura, si l'eau coule sur une terre labourée transversalement, e' étant la largeur des sillons, $\frac{k}{2g}\ \frac{h}{e'}\left(\frac{3}{4}\right)^2 U^2$ pour dernier terme de l'équation (4) au lieu de $\frac{k}{2g}\ \frac{d}{e}.\ \frac{1}{e'}\ RU^2$. Mais la valeur de k doit dépendre de h et aurait besoin d'être déterminée par des expériences.

les deux sens ; on a $k = 0,31$, $\frac{d}{e} = \frac{1}{6}$, $\frac{1}{e} = \frac{1}{1,20}$, et, en supposant toujours la hauteur d'eau $R = 0,80$, l'on a :

$$RI = \left(0,0004 + \frac{0,31}{20} \cdot 0,80 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{1,20}\right) = 0,002122\ U^2.$$

La vitesse de l'eau est seulement les $\sqrt{\frac{4}{21,22}}$ = les 0,434 ou les $\frac{4}{9}$ de ce qu'elle serait sans les arbres (2).

» C'est donc avec raison que M. Ph. Breton, ingénieur des ponts et chaussées chargé du service hydraulique du département de l'Aude, qui m'a fait l'honneur de me consulter sur les points que je viens de traiter, pense que les eaux débordées dans les plaines entrent pour peu de chose dans le débit des crues moyennes d'une certaine durée, débit qui est fourni en presque totalité, dans son opinion, par la section d'eau comprise dans le lit ordinaire des rivières, plus l'épaisseur de débordement au-dessus. »

Séance du 13 mai 1854.

ANATOMIE COMPARÉE. *Cerveau.* — M. Pierre Gratiolet communique la note suivante sur les différents ordres de fibres qui entrent dans la composition des hémisphères cérébraux, dans l'Homme et dans les Primates.

« 1. Le travail que j'ai dernièrement achevé, sur les plis cérébraux de l'Homme et des Primates, devait être suivi nécessairement d'études attentives sur la structure de ces plis et sur les connexions organiques qui les unissent aux appareils médians du système nerveux. Il y a déjà près de dix-huit mois que je consacre à ces difficiles recherches tout le temps dont je puis disposer, et cependant bien des points restent encore à éclaircir. Mon travail est donc loin d'être achevé. Toutefois un certain nombre de faits ont été établis, et ces faits me paraissent avoir assez d'importance pour mériter d'être succinctement indiqués ici. Je distingue dans l'hémisphère plusieurs éléments très distincts, savoir :

» 1° Les couches corticales. Ces couches, alternativement blanches et grises, avaient été entrevues par Vicq d'Azyr, et depuis

par MM. Casauvielh et Parchappe. M. Baillarger a montré que ces couches composent, dans toute son étendue, l'écorce grise du cerveau; elles sont au nombre de six dans tous les animaux mammifères qui ont été examinés, et forment trois systèmes superposés.

» 2° Des plans fibreux, sous-jacents aux couches corticales, et propres à chaque hémisphère. Je me suis assuré de leur existence dans toute l'étendue du cerveau. Leur disposition est remarquable. Ils unissent dans le même hémisphère le sommet de chaque pli au sommet des plis voisins, et passent des régions situées au-dessus de la scissure de Sylvius à celles qui sont audessous. Ces plans fibreux peuvent être considérés comme des commissures unissant entre eux dans un même hémisphère ses principaux lobes et leurs plis.

» 3° Un grand plan de fibres qui double immédiatement ceux qui viennent d'être signalés. Ce plan résulte des expansions de la commissure antérieure qui passe d'un hémisphère à l'autre et les unit tous les deux en un même système.

» 4° Des fibres qui viennent directement de l'axe par l'intermédiaire de la *couronne de Reil.* Ces fibres rayonnent vers les sommets de tous les plis corticaux et unissent chaque hémisphère au côté de la moelle qui lui correspond.

» 5° Un grand nombre de fibres disposées en plans foliacés rayonnent vers le sommet des plis cérébraux et passent d'un côté de l'axe au côté opposé du cerveau par l'intermédiaire du corps calleux qui résulte de leurs entrecroisements; sous l'influence des fibres de cet ordre et de l'ordre précédent, chaque moitié de l'axe se trouve sous l'influence simultanée des deux hémisphères; et, réciproquement, en raison de ces dispositions si curieuses, chaque hémisphère peut être considéré comme ayant sous sa dépendance les deux moitiés de l'axe nerveux et par conséquent le corps tout entier.

» 6° Un cinquième ordre de fibres dont toute l'école de Gall nie absolument l'existence, mais dont la réalité n'est pas moins évidente pour cela, résulte de l'expansion d'une troisième racine du nerf optique, racine très considérable, et à laquelle je propose de donner un nom qui exprime ses relations, celui de *racine cérébrale du nerf optique.*

» Cette racine, restée jusqu'à présent inaperçue, est la plus considérable des trois, et pour mettre dès à présent les anatomistes à même d'en constater l'existence, je vais en indiquer sommairement les relations.

» On connaît parmi les racines du nerf optique celle qui se porte aux tubercules quadrijumaux antérieurs et celle qui enveloppe de ses expansions les couches optiques. La troisième racine que je signale aujourd'hui peut être appelée, en raison de sa direction, racine externe; d'abord accolée au pédoncule, elle se glisse sous l'enveloppe propre de l'étage inférieur du ventricule latéral, se porte au côté externe de sa corne postérieure et s'y dilate en une expansion dont les fibres se portent en rayonnant dans toutes les régions du cerveau qu'occupent les plis de passage et jusqu'à l'extrémité du lobe postérieur. Cette expansion revêt immédiatement à son côté externe la corne postérieure du ventricule latéral. L'une de ses divisions peut être bien distinctement suivie jusque dans le lobule du deuxième pli ascendant. Ainsi il y a dans le nerf optique des fibres destinées aux tronçons pédonculaires de l'axe, et d'autres en plus grand nombre qui vont au cerveau, ce qui pourrait expliquer peut-être le double rôle que la vue est appelée à jouer, soit dans la trame des phénomènes automatiques, soit dans l'histoire des phénomènes intellectuels.

» 2. Il serait d'un haut intérêt de déterminer rigoureusement quelles parties du cerveau correspondent aux fibres émanées de tel ou tel organe; mais cela est impossible pour la moelle, et à bien plus forte raison pour l'encéphale, où tout semble mêlé par suite des entrecroisements inextricables du bulbe, en sorte qu'il faut à peu près renoncer à poursuivre ce problème; et c'est là une impossibilité douloureuse pour l'esprit lancé dans cette voie; mais il n'est pas donné à l'homme de résoudre toutes les questions qu'il ose aborder.

» Ainsi l'anatomie du cerveau ne peut donner que des résultats imparfaits; mais, malgré cette imperfection nécessaire, les faits que j'ai exposés me paraissent avoir une importance réelle, non-seulement sous le rapport de la difficulté vaincue, ce qui serait un assez pauvre résultat, mais encore au point de vue de l'explication de certains phénomènes intellectuels.

» 1° La multiplicité des couches corticales formant trois systèmes superposés pourrait peut-être correspondre à cette division des phénomènes intellectuels en trois catégories bien tranchées, à savoir : en phénomènes de sensation, d'imagination et, enfin, d'intelligence ou de raison.

» 2° L'existence des fibres blanches qui passent d'un groupe de plis à un autre groupe de plis dans un même hémisphère expliquerait assez bien la synergie de toutes les parties de ce grand ensemble, et comment chaque hémisphère est *un*, ainsi que l'a démontré M. Flourens.

» 3° L'existence d'une commissure passant d'un hémisphère à l'autre, et les unissant en un même système, explique comment dans les cas normaux l'action intellectuelle est homogène et une, en sorte que la duplicité de l'organe ne détruit point l'unité de la fonction.

» 4° Les fibres qui viennent à un hémisphère du côté de l'axe qui lui correspond font voir comment chaque moitié du corps a, si je puis ainsi dire, un cerveau qui la domine.

» 5° Mais en même temps les fibres qui d'un côté du corps passent du côté opposé du cerveau montrent que chaque moitié du corps est sous l'influence de l'hémisphère opposé, en telle sorte qu'elle se trouve sous l'influence du cerveau tout entier. Ce fait rend raison des résultats curieux obtenus par MM. Brown-Sequard, Philippeaux et Vulpian, dans leurs expériences sur la section d'un pédoncule cérébral.

» 6° L'existence de l'énorme racine cérébrale du nerf optique rend aisément compte de ce fait, reconnu par les plus anciens philosophes, que la vue est, de tous les sens, le plus voisin de l'intelligence, qui lui emprunte la plupart des éléments que l'imagination emploie, et qui sont comme la matière de ses créations intérieures.

» 3. A ce sujet je rappellerai une hypothèse qui sera examinée dans des recherches ultérieures, et que j'ai déjà énoncée dans mon mémoire sur les circonvolutions des Primates, savoir que les divers départements représentés par les différents groupes de plis cérébraux pourraient avoir avec tels ou tels organes du corps des relations déterminées. S'il en était ainsi, nous comprendrions comment la prédominance de tel ou tel groupe dans

le cerveau impliquerait telle ou telle impulsion. J'insiste sur cette idée, parce que, sans toucher à la grande erreur des phrénologistes qui ont cru pouvoir diviser et incarner en plusieurs organes distincts toutes les facultés de l'intelligence, elle indique comment il pourrait y avoir néanmoins dans le cerveau une certaine localisation, qui serait comme un écho intérieur de la spécialisation périphérique des différents sens. Ceci expliquerait comment les habitudes de l'esprit diffèrent dans les hommes et comment les caractères varient. Je vais rendre ma pensée plus claire par un exemple. — Il y a des sourds de naissance, et il est bien certain qu'ils n'imaginent jamais sous la forme auditive, et que toute leur intelligence est occupée de sensations visuelles ou tactiles; ainsi l'absence d'un ordre de sensations fait prédominer les autres dans les actes de l'esprit. Réciproquement, on peut admettre que la prédominance habituelle d'une impulsion émousse et obscurcit toutes les autres. Comme il est, en outre, assez naturel que, dans un organe, la stimulation soit en raison du nombre des points excités, l'étendue relative des régions qui dans les couches corticales répondraient aux divers organes sources de stimulations différentes donnerait la mesure suffisante de la prédominance de telle ou telle impulsion, et par conséquent de telle ou telle tendance, dans les habitudes de l'esprit.

» J'ai laissé à dessein le cervelet de côté dans cette appréciation générale, parce que cet organe semble toucher de moins près à l'intelligence et davantage aux fonctions automatiques, comme le grand Willis l'avait autrefois supposé, opinion que M. Flourens paraît avoir mise hors de doute par ses expériences; je me propose, d'ailleurs, de revenir sur ce sujet dans une communication ultérieure. »

Séance du 27 mai 1854.

Minéralogie. *Terre verte.* — M. Delesse communique les résultats de l'examen minéralogique qu'il a fait d'une *terre verte* qui accompagne souvent le minerai de fer oligiste de Framont.

Cette *terre verte* est traitée dans le haut fourneau comme minerai de fer. Elle se trouve dans les roches de pyroxène et de grenat qui accompagnent les minerais de fer de Framont, et elle résulte sans doute de leur décomposition. Ses caractères sont à peu

près les mêmes que ceux de la *terre verte* de Vérone, que M. D. a décrite antérieurement (*Annales des mines*, 4e série, t. XIV, p. 74). Elle se décolore lorsqu'on la fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré, et la silice se sépare à l'état grenu : la magnésie et les oxydes de fer se dissolvent complétement dans l'acide, tandis que l'alumine et les alcalis ne se dissolvent que partiellement : quand la *terre verte* n'a pas été porphyrisée très fin et quand l'ébullition avec l'acide n'est pas prolongée pendant un très long temps, on obtient un résidu dont le poids est à peu près constant et qui, dans trois expériences différentes, a été trouvé égal à 46,58 ; 46,95 ; 47,83. M. D. a constaté en dissolvant ce résidu dans l'acide fluorhydrique, qu'il retenait encore la moitié des alcalis et à peu près le dixième de l'alumine.

Il résulte de ce qui précède, que lorsqu'on attaque une *terre verte* par un acide, les bases qui résistent le mieux à l'acide sont précisément les bases les plus puissantes, c'est-à-dire les alcalis ; tandis que la magnésie, les oxydes de fer et même l'alumine, se dissolvent presque intégralement dans l'acide. M. G. Bischof avait déjà fait observer qu'il en est de même lorsqu'on attaque le mica du micaschiste par un acide ; par conséquent la loi paraît être générale, et, lorsqu'on attaque un silicate par un acide, les alcalis résistent toujours mieux à l'action de l'acide que les autres bases. C'est ce qui explique d'ailleurs pourquoi les minéraux de silicates complexes sont le plus souvent difficilement attaquables ou même complétement inattaquables, lorsqu'ils contiennent des alcalis.

La *terre verte* de Framont a été analysée par l'acide chlorhydrique et par l'acide fluorhydrique. Elle contient les deux oxydes de fer, et son protoxyde de fer a été dosé par le chlorure d'or. La composition de ce minéral est la suivante :

Silice	43,50
Alumine	16,61
Sesquioxyde de fer	8,88
Protoxyde de fer	11,83
Protoxyde de manganèse	0,80
Magnésie	6,66
Chaux	traces
Potasse	3,14
Soude	0,69
Eau	7,15
	99,26

Si on compare la *terre verte* de Framont à la *terre verte* de Vérone, qui lui ressemble beaucoup et qui s'est d'ailleurs formée de la même manière, on trouve qu'elle renferme les mêmes substances, mais dans des proportions notablement différentes. En effet, dans la *terre verte* de Framont, la teneur en silice est beaucoup plus petite, tandis que la teneur en alumine est beaucoup plus grande ; il est probable par conséquent que de l'alumine y remplace une certaine proportion de silice. La teneur en alcalis est au contraire très faible et à peu près moitié de celle de la *terre verte* de Vérone.

La *terre verte* de Framont se rapproche encore par sa composition, de la *terre verte* qui a été analysée par M. Rammelsberg, et qui s'est formée par pseudomorphose dans les cristaux d'augite du mélaphyre de la Fassa (1). La teneur en magnésie est toutefois plus considérable dans la *terre verte* de Framont.

Le gisement de la *terre verte*, son état argileux, sa formation par voie de pseudomorphose, expliquent d'ailleurs les variations de sa composition et la difficulté de la représenter par une formule chimique simple.

Botanique. *Nelumbium codophyllum.* — M. A. Trécul communique une note sur la végétation du *Nelumbium codophyllum*, et sur la disposition de ses feuilles et de ses stipules.

Le *Nelumbium codophyllum* est une de ces plantes qui, par leur organisation particulière, semblent s'éloigner de tous les types connus ; il a aussi un mode de végétation particulier en rapport avec cette organisation. Parmi les organes extérieurs de cette plante, les feuilles et les stipules ne sont pas les moins remarquables par leur disposition à la surface du rhizome. Elles semblent, en effet, se soustraire à toutes les lois de la phyllotaxie, et cependant, elles en sont, comme on le verra bientôt, une éclatante confirmation.

En général, les stipules, chez les plantes qui sont munies de ces organes, ne sont jamais au nombre que d'une ou deux à la base de chaque feuille, et elles sont rangées en deux catégories par les botanistes, suivant qu'elles sont *axillaires* ou *latérales*. Quand elles sont latérales, et libres de toute adhérence avec le pétiole, elles protégent leur propre feuille; quand elles sont axil-

(1) Rammelsberg. *Handworterbuch*, 1re partie, p. 68.

laires ou latérales pétiolaires, elle recouvrent la feuille placée plus haut qu'elles sur la tige, plus jeune qu'elles par conséquent. Les stipules latérales pétiolaires des *Oxalis* bulbifères font seules exception à cette loi; car, en s'infléchissant pour le recouvrir, elles protégent, pendant son développement, le limbe de leur propre feuille, qui est recourbé pour cela sur la face antérieure du pétiole. Sur le rhizome du *Nelumbium codaphyllum*, il y a trois stipules près de chaque feuille : l'une d'elles est axillaire et jouit de toutes les propriétés de cette classe de stipules; elle revêt, comme à l'ordinaire, le bourgeon terminal; les deux autres ne présentent aucun des caractères qui viennent d'être signalés; elles ne sont ni axillaires ni latérales; elles sont ce que M. Trécul a appelé, dans son mémoire sur la formation des feuilles, *extrafoliaires*. Chacune d'elles a des fonctions spéciales, car tandis que l'une, qui est insérée derrière la feuille, enveloppe cette feuille complétement, et ne recouvre qu'elle, l'autre, placée sur le côté opposé du rhizome, embrasse le bourgeon terminal et la feuille précédente avec sa stipule; elle sert d'enveloppe générale. Ainsi, on a un organe protecteur pour le bourgeon, c'est la stipule axillaire; un autre pour la feuille en particulier, c'est la stipule placée derrière elle; enfin, une stipule enveloppant tous ces organes à la fois.

Mais telle n'est pas la disposition des stipules à tous les âges de la plante. La première feuille en est dépourvue; les quelques feuilles suivantes en ont une seule qui est axillaire; ce n'est qu'à partir de la cinquième ou de la sixième que l'on en observe trois à la base de chaque feuille. Quelle peut être la cause de ce singulier changement? C'est que les circonstances de la végétation de la plante se modifient avec l'âge.

Avant de décrire ces modifications, l'auteur fait connaître la structure de la graine, ou mieux du fruit, dont toutes les parties n'étaient pas bien connues. — Ce fruit est à peu près globuleux, indéhiscent, de la grosseur d'une noisette moyenne. Son péricarpe, de consistance presque cornée, ne renferme qu'une seule graine renversée. Celle-ci, dépourvue de périsperme, contient un embryon dont les cotylédons sont fort épais, presque hémisphériques; ils cachent d'un côté (il serait peut-être plus convenable de dire que c'est la tigelle qui dissimule la radicule),

sous une sorte de repli ou de prolongement de tissu cellulaire, la radicule qui, pour cette raison, a été méconnue des botanistes; de l'autre côté, ils recouvrent une gemmule verte très développée, ayant une tige très courte, deux feuilles, dont les pétioles assez longs sont recourbés sur eux-mêmes, et dont le limbe est enroulé de chaque côté sur la face supérieure. Entre ces deux feuilles est un bourgeon terminal. Il y a de plus, dans cette graine, une membrane très mince, transparente, hyaline, qui embrasse toute la gemmule et qui a été l'objet d'interprétations diverses. Elle a été considérée comme une stipule par quelques botanistes. C'est surtout pour cela et pour la disposition de la radicule que l'auteur a cru devoir entrer dans quelques détails sur la structure de la graine. Cette membrane cependant n'est point de nature stipulaire, car elle n'a point d'organisation apparente. Elle consiste en une substance homogène, au milieu de laquelle sont épars des granules très ténus et un nombre considérable de cristaux aciculaires. M. T. la croit formée par la concrétion d'une matière d'aspect gélatineux comme celle qui enduit les jeunes feuilles dans les *ochrea* de certaines Polygonées.

Telle est la structure de la graine. — Si on fait germer cette graine (en la plaçant en terre de bruyère et sous l'eau, dans une serre chaude pour faciliter l'opération), le péricarpe, qui l'environne, se fend longitudinalement à partir de l'extrémité opposée à la radicule. La gemmule s'allonge, sort par cette fente, tandis que la radicule, qui ne se développe pas, reste enfermée dans les téguments de la graine et dans le péricarpe. Bientôt les deux feuilles primordiales redressent leur pétiole et ne tardent pas à étendre leur limbe qui était enroulé sur la face supérieure. Ces deux premières feuilles n'ont pas eu besoin de la protection des stipules, étant nées dans la graine, sous les enveloppes de celle-ci, entre les cotylédons et au milieu de la pellicule décrite plus haut; c'est pourquoi on n'observe de stipules ni au-dessous de la première feuille, ni à son aisselle pour protéger la seconde. Mais le bourgeon qui termine le rhizome, une fois sorti de la graine, a besoin d'organes protecteurs ; n'étant point défendu par les feuilles plus anciennes, comme cela a lieu pour une multitude de bourgeons, il lui faut des stipules. Aussi y en a-t-il une à l'aisselle de la deuxième feuille; elle enveloppe le bourgeon et s'ouvre

du côté opposé à cette feuille, quand celui-ci vient à se développer. On aperçoit alors un court mérithalle terminé par une nouvelle feuille munie d'une stipule également axillaire, qui embrasse un autre bourgeon. Les premiers entre-nœuds restent assez courts; les autres s'allongent davantage; nous verrons plus loin pourquoi. Aussi, tant qu'ils sont courts, la stipule axillaire suffit à la protection du mérithalle et à celle de la feuille et du bourgeon qui le terminent.

La graine germe près de la surface du sol; mais peu à peu le rhizome s'enfonce dans la vase; il arrive jusqu'à 30 à 40 centimètres de profondeur, et s'étend ensuite horizontalement. C'est à l'époque à laquelle il commence à s'enfoncer, que les entre-nœuds s'allongent outre mesure, avant même que la feuille qui surmonte chacun d'eux ait acquis assez de consistance pour résister à l'action des agents extérieurs. Cet allongement effectué, la stipule axillaire devient insuffisante; elle ne couvre plus que la partie inférieure de l'entre-nœud, et cependant la feuille et le bourgeon ne peuvent demeurer sans défense au milieu de la vase où fermentent des matières organiques en décomposition. La nature a prévenu leur destruction en plaçant à l'extrémité supérieure de chaque entre-nœud deux stipules supplémentaires; et elle les a disposées de telle manière que l'une est placée, comme on l'a vu déjà, derrière la feuille, qu'elle enveloppe tout entière, et qu'elle protége pendant son accroissement, en grandissant avec elle. C'était là une précaution indispensable, cette feuille ayant à traverser une couche épaisse de sol vaseux. L'autre stipule, insérée sur la tige du côté opposé à la feuille, revêt le bourgeon terminal, qui semble être à son aisselle, et la feuille elle-même avec sa stipule; elle sert d'enveloppe générale.

Malgré la présence de ces deux stipules extrafoliaires, il y en a une axillaire à l'aisselle même de la feuille, aussi bien qu'à celle des feuilles les premières développées, de celles qui sont nées près de la surface de la terre; en sorte que l'on a 1° une stipule axillaire pour le bourgeon terminal, 2° une stipule derrière la feuille, pour cette feuille en particulier, 3° une stipule pour tous ces organes à la fois.

Ainsi, les deux stipules extrafoliaires sont nécessitées 1° la plus externe, celle qui sert d'enveloppe générale, parce que les

entre-nœuds du *Nelumbium*, au lieu de rester raccourcis, comme dans les autres plantes, jusqu'à ce que les feuilles aient acquis assez de consistance pour résister aux agents destructeurs, de manière à être protégées ou par les stipules des feuilles précédentes, ou par elles-mêmes, prennent un allongement extraordinaire, à la suite duquel la feuille et le bourgeon qui les terminent sont placés hors de la portée de la stipule axillaire qui les revêtait d'abord, et privés prématurément de sa protection; 2° la seconde stipule extrafoliaire, pour protéger la feuille au milieu de la vase.

Examinons maintenant par quel artifice la nature est arrivée à un résultat aussi remarquable. — Quand on étudie un rhizome adulte, on est frappé de la disposition anomale de ses feuilles. Toute bizarre qu'elle paraît à la première vue, cette disposition donne la clef des mystères de cette organisation exceptionnelle, quand on a à la fois sous les yeux des plantes jeunes et des plantes adultes. Celles-ci ont toutes les feuilles unilatérales; toutes, en effet, sont insérées à la face supérieure du rhizome. C'est assurément là une anomalie non moins surprenante que la disposition de leurs stipules. Mais si l'on porte son attention sur des plantes âgées seulement de quelques mois, on reconnaît que les supérieures, c'est-à-dire les plus jeunes, sont unilatérales comme celles des plantes adultes et qu'elles sont munies des trois stipules mentionnées plus haut. En prolongeant son examen du sommet du rhizome vers sa partie inférieure, vers le fruit qui lui est encore attaché, on arrive à des feuilles qui ne sont plus unilatérales comme les supérieures, mais distiques; elles ont seulement la stipule axillaire; les deux extrafoliaires manquent. C'est là que nous devons trouver l'explication de l'anomalie si curieuse que nous offre le *Nelumbium*.

Les feuilles les plus âgées (au nombre de quatre, peut-être quelquefois plus) sont distiques; les autres sont unilatérales: il y a donc, où elles sont unilatérales, défaut de développement, avortement d'une partie des feuilles. Quelles sont celles qui ont avorté? Quand les feuilles sont distiques, avons-nous dit, elles n'ont qu'une stipule axillaire; quand elles sont unilatérales, elles ont chacune trois stipules, dont deux sont placées sur la tige plus bas que la feuille près de laquelle elles sont insérées. Ces deux

dernières stipules, dont la position est anomale, dépendent donc des feuilles avortées. Telle est au moins l'hypothèse probable. Mais ces feuilles sont-elles les seules qui ne soient pas développées? Pour nous en assurer, comptons les organes, ou plutôt, plaçons par la pensée une feuille au-dessous de chacune des stipules extrafoliaires, de manière à en faire des stipules axillaires; et voyons si nous aurons un nombre suffisant pour obtenir des feuilles distiques. Des deux stipules extrafoliaires la plus élevée sur l'axe est celle qui est placée derrière la feuille; il y aura donc, dans cette hypothèse, deux feuilles placées immédiatement l'une après l'autre, sans feuille alternant avec elles sur le côté opposé du rhizome. Il manque donc, au point intermédiaire, à la face inférieure de celui-ci, au-dessus de la stipule extrafoliaire qui est de ce côté de la tige, non-seulement une feuille, mais sa stipule axillaire.

Aucune des feuilles de la face inférieure, vers le sommet du rhizome, ne s'étant développée, on comprend que cette feuille n'existe pas; mais pourquoi l'avortement de sa stipule? C'est que sa présence eût été nuisible. En effet, alternant avec la feuille et la stipule qui est derrière, elle eût été, dans le bourgeon, interposée entre la feuille et cette stipule. Cette dernière, ne pouvant alors envelopper cette feuille, ne l'aurait pas protégée pendant son accroissement au milieu de la vase, en grandissant autour d'elle. La stipule supposée, au contraire, n'existant pas, la stipule extrafoliaire supérieure peut s'appliquer immédiatement sur la feuille, l'embrasser et la protéger après qu'elle est sortie du bourgeon.

Ces considérations semblent démontrer clairement que les deux stipules extrafoliaires du *Nelumbium codophyllum* sont les stipules axillaires de deux feuilles avortées, l'une à la face supérieure du rhizome, l'autre à la face inferieure; mais que, de plus, une autre feuille et sa stipule ont aussi manqué de se développer à cette même face inférieure de la tige, au-dessus de la stipule qui existe de ce côté. Le rétablissement de ces trois feuilles supposées avortées donne, en effet, des feuilles distiques, comme elles le sont dans les plantes résultant de germinations récentes.

Il suit de là que la moitié des feuilles de la face supérieure du

rhizome manque, et que toutes celles du côté opposé ne se sont pas développées.

Si, comme la discussion de tous ces faits semble le constater, ajoute M. T., ces trois feuilles ont réellement avorté, chaque mérithalle, en apparence simple, serait en fait quadruple: il serait composé de quatre mérithalles, l'un inférieur très long, quelquefois épais et charnu, et de trois autres excessivement raccourcis, correspondant aux interstices qui séparent les stipules et la feuille. Le dernier, le plus rapproché de celle-ci, ne serait même pas accusé au dehors, puisqu'il n'existe de trace ni de la feuille, ni de la stipule que ce mérithalle devrait surmonter.

Toutes les anomalies dont on vient de lire la description, loin d'infirmer les lois de la phyllotaxie, en sont donc au contraire la confirmation.

Séance du 10 juin 1854.

MÉCANIQUE. *Flexion des corps élastiques.* — M. de Saint-Venant entretient la Société d'un cas général, rapproché de ceux qui se présentent le plus souvent dans la pratique, et où le problème de la flexion d'un prisme et des petits déplacements éprouvés par ses points peut être résolu rigoureusement.

« C'est, dit il, le cas d'un prisme rectangulaire sollicité de telle manière que les six composantes, parallèlement à trois axes coordonnés x, y, z, des pressions ou tensions supportées en chaque point de son intérieur par l'unité superficielle de trois petits plans respectivement perpendiculaires aux mêmes axes, aient les valeurs suivantes, en les désignant par la lettre p avec deux sous-lettres indiquant, l'une le plan par sa normale, l'autre le sens de décomposition; l'axe des x étant l'axe de figure du prisme avant sa flexion, et ceux des y et z étant parallèles respectivement aux côtés $2b$, $2c$ de ses bases, dont la première a son centre à l'origine des coordonnées :

$$(a).\ p_{xx} = \mathrm{P}\frac{a'-x}{\mathrm{I}}z,\ p_{yy} = p_{zz} = p_{yz} = o,\ p_{zx} = -\mathrm{P}\frac{c^2-z^2}{2\mathrm{I}} - \frac{\varepsilon e}{\mathrm{E}}\frac{\mathrm{P}y^2}{\mathrm{I}},$$

$p_{xy} = o$, expressions dans lesquelles I est le moment d'inertie $\int z^2 d\omega = \int_{-b}^{b} dy \int_{-c}^{c} z^2 dz = \frac{4bc^3}{3}$ d'une section quelconque $\omega = 4bc$

du prisme autour de la médiane $2b$ parallèle aux y; P une force telle que P $(a'-x)$ soit, autour de la même médiane, le moment total $M_y = \int p_{xx} z d\omega$ des forces agissant à travers la section; $\frac{\varepsilon e}{E}$ un nombre qui ne s'élèvera généralement guère au-dessus de $\frac{1}{10}$ parce qu'il revient, dans le cas d'égale élasticité en tous sens, à $\frac{\lambda}{6\lambda + 4\mu}$, λ et μ étant les coëfficients des formules du § 20 des *Leçons sur l'élasticité* (1852) de M. Lamé; enfin a' étant une ligne qu'il faut faire égale à la longueur a du prisme dans le cas le plus ordinaire, mais qu'il faut, comme nous allons dire, faire infinie dans un cas extrême.

« Ces valeurs (a) des pressions satisfont, en effet, aux trois équations différentielles générales $\frac{dp_{xx}}{dx} + \frac{dp_{xy}}{dy} + \frac{dp_{xz}}{dz} = o$, etc., de l'équilibre des corps élastiques, et elles donnent, pour les déplacements u, v, w d'un point quelconque, estimés dans les sens x, y, z, les expressions (b) qu'on va écrire, dans lesquelles E est le coefficient d'élasticité d'extension longitudinale relatif à la matière du prisme, e est le coëfficient d'élasticité de glissement transversal xz (en sorte que l'on a $E = \frac{3\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}$, $e = \mu$ dans le cas d'égale élasticité), et ε, ε' sont deux nombres (égaux l'un et l'autre à $\frac{\lambda}{2\lambda + 2\mu}$ dans le même cas) représentant les rapports des contractions transversales dans les sens y et z aux dilatations longitudinales qu'elles accompagnent lorsqu'il n'y a aucune pression latérale normale

$$(b) \begin{cases} u = \frac{P}{EI}\left(a'xz - \frac{x^2 z}{2} - \frac{\varepsilon y^2 z}{2} - \frac{\varepsilon' z^3}{6}\right) + \frac{Pz^3}{6eI} \\ v = -\varepsilon \frac{Pyz}{EI}(a'-x) \\ w = -\frac{P}{EI}\left[\frac{a'x^2}{2} - \frac{x^3}{6} - (a'-x)\frac{\varepsilon y^2 - \varepsilon' z^2}{2}\right] - \frac{Pc^2 x}{2eI} \end{cases}$$

Les équations (a) et (b) comprennent, comme cas particu-

lier, celui de la *flexion uniforme* ou en arc de cercle, dont je me suis occupé au préambule d'un *Nouveau mémoire sur la torsion*, lu le 13 juin 1853 (Sav. étr., t. XIV) : ce cas répond à a' infini, P nul, mais Pa' = une quantité finie qui n'est autre chose que le moment M_z, alors constant d'un bout à l'autre du prisme, des forces qui le font fléchir. Dans ce cas, les sections ω, primitivement planes, restent planes et normales à l'axe du prisme, *qui n'est pressé latéralement par aucune force* et qui est sollicité par des *couples* à chacune de ses extrémités. Les équations (b), qui se simplifient alors, donnent facilement toutes les circonstances d'une pareille flexion.

« Mais ce n'est pas là le cas qui se présente le plus fréquemment : c'est celui où le prisme, qu'on peut supposer encastré à une extrémité, est sollicité à l'autre par des forces ayant une résultante transversale qui y passe. Ce cas (auquel on ramène, comme l'on sait, ceux où le prisme est appuyé et sollicité en divers points) répond à $a' = a$ longueur du prisme. La courbure varie d'un point à l'autre de l'axe ; les sections droites ω s'inclinent toutes sur lui et deviennent courbes. Alors, pour qu'on ait bien les expressions (b) de u, v, w résolvant le problème de l'état nouveau du prisme, il faut, comme le montre l'avant-dernière (a), que les pressions latérales ne soient tout à fait nulles que sur les faces perpendiculaires aux y : les faces perpendiculaires aux z, pour lesquelles $z = \pm c$, et qui ne sont pas non plus pressées normalement, éprouvent une action tangentielle longitudinale, ou une sorte de frottement $p_{zx} = -\frac{\varepsilon e}{E}\frac{Py^2}{I}$, qu'il a fallu ajouter pour pouvoir obtenir la solution analytique exacte représentée par (b).

» Ces actions tangentielles, nulles au milieu des deux faces latérales où elles s'exercent, croissant lentement quand on s'en écarte pour aller vers leurs bords, et égales, sur ceux-ci, c'est-à-dire quand elles atteignent leur maximum, à $\frac{1}{40}$ environ de $\frac{P}{I}$ multiplié par le carré de la largeur $2b$, sont fort peu influentes lorsqu'on suppose, comme à l'ordinaire, cette largeur petite relativement à la longueur du prisme. Aussi l'expérience prouve que, dans les cas de la pratique, où ces petites forces tangentielles

longitudinales n'existent pas, la troisième expression (b) qui, pour les points de l'axe, se réduit à :

$$w = -\frac{P}{EI}\left(a\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6} + \frac{E}{2e}c^2 x\right)$$

donne toujours des résultats assez approchés, en ce qui concerne principalement : 1° *la flèche de flexion*, qui est la valeur $\frac{Pa^3}{3EI}\left(1 + \frac{3E}{2e}\frac{c^2}{a^2}\right)$ de $-w$ pour $x = a$, et que l'on peut réduire ordinairement à $\frac{Pa^3}{3EI}$; 2° *la courbure variable*, ou l'inverse $\frac{1}{\rho}$ du rayon de courbure, qui est la valeur de $-\frac{d^2w}{dx^2}$, égale à $P\frac{a-x}{EI}$, d'où l'on déduit pour le moment de flexion M_y, qui n'est autre chose que $\int p_{xx} z d\omega = P\frac{a-x}{I}\int z^2 d\omega = P(a-x)$:

$$M_y = \frac{EI}{\rho}.$$

En sorte que l'analyse ci-dessus démontre que cette expression connue et généralement adoptée du moment de flexion, tout à fait exacte pour le cas particulier de la flexion uniforme ou en arc de cercle, est encore vraie approximativement dans le cas ordinaire d'une flexion variable, bien qu'ayant été fournie par une théorie ancienne et fausse à plusieurs égards.

» Mais notre analyse, fondée sur la théorie mathématique de l'élasticité, nous révèle, de plus, que le glissement fait prendre aux sections une inclinaison constante $\frac{dw}{dx} = -\frac{Pc^2}{2eI} = -\frac{3}{2}\frac{P}{e\omega}$ sur l'axe fléchi ; inclinaison qui produit une augmentation de la flèche dans la proportion de $1 + \frac{3Ec^2}{2ea^2}$ à 1 pouvant n'être pas négligeable quand les prismes sont courts, et qui, alors, amène la rupture par glissement des sections les unes devant les autres, ou des fibres les unes

contre les autres, c'est-à-dire une séparation transversale ou une fente longitudinale du prisme. Elle nous permet aussi de déterminer, par les expressions de v et de w, le changement survenu dans la forme du contour des sections, qui s'élargissent du coté concave et se rétrécissent du côté convexe du prisme fléchi. Enfin elle nous montre quelle est la surface courbe dans laquelle s'est changé le plan même des sections. Si l'on appelle u' la distance d'un point quelconque m d'une de ces sections ω à un plan mené par son centre o normalement à l'axe fléchi ; et si l'on remarque que les coordonnées transversales y' z' du même point m, par rapport à deux axes rectangulaires oy', oz' tracés sur ce plan, celui oy' étant parallèle à y, diffèrent fort peu des coordonnées primitives y, z du même point, l'on a, en égalant à $\frac{du'}{dz'}$ le glissement $\frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz}=\frac{p_{xz}}{e}=-\mathrm{P}\frac{c^2-z'^2}{2e\,\mathrm{I}}-\frac{\varepsilon e}{\mathrm{E}}\,\frac{\mathrm{P}y'^2}{e\mathrm{I}}$, une équation qui, intégrée, donne

$$u'=-\frac{\mathrm{P}}{2e\mathrm{I}}\left(c^2z'-\frac{z'^3}{3}+\frac{2\varepsilon e}{\mathrm{E}}y'^2z'\right).$$

Cette équation donne exactement la forme de la surface ω devenue courbe si le frottement longitudinal dont nous avons parlé existe ; et, si l'on en retranche le dernier terme entre parenthèses $\frac{2\varepsilon e}{\mathrm{E}}y'^2z'$, elle donne approximativement la forme de la même surface courbe actuellement affectée par la section, dans le cas ordinaire où ce frottement n'a pas lieu et où les faces latérales n'éprouvent aucune action. On voit que c'est une surface cylindrique qui est coupée par tous les plans parallèles à celui de flexion xz, suivant une parabole du troisième degré, infléchie en doucine ou en S, dont les branches sont normales aux deux faces du prisme perpendiculaires au même plan de flexion.

» Toutes les sections, comme l'on voit, s'inclinent sur l'axe et se courbent de la même manière : et c'est pour cela que les dilatations longitudinales et les tensions des portions de fibres qu'elles comprennent entre elles sont les mêmes que s'il n'y avait ni inclinaison ni inflexion, comme le supposait inexactement l'ancienne théorie. »

Séance du 24 juin 1854.

Botanique. *Formations spirales, annulaires et réticulées des Cactées.* — Voici l'analyse d'un mémoire de M. Trécul sur ce sujet.

MM. Meyer, R. Brown, Ad. Brongniart, Schleiden et Miquel se sont occupés successivement de la structure si singulière que présentent certaines Cactées, celles principalement qui ont la tige courte et globuleuse, comme les *Echinocactus*, les *Mamillaria*, les *Melocactus*. Ils ont vu que, dans ces dernières plantes, les fibres ligneuses ordinaires sont presque toujours remplacées par des cellules oblongues, à parois minces, transparentes, qui renferment tantôt une lame spirale, contournée comme un escalier à vis, tantôt des anneaux ou des disques percés d'un trou au milieu, et placés à des intervalles réguliers en travers de ces utricules. Ces curieuses cellules sont mélangées dans la même plante avec des vaisseaux spiraux qui s'en distinguent surtout par leur spiricule plus étroite.

C'est en cherchant l'origine de ces organes, en suivant leur développement, que M. Trécul est arrivé à des résultats anatomiques et physiologiques qui lui paraissent jeter un jour tout nouveau sur la structure et sur la formation des vaisseaux spiraux, des vaisseaux annelés et des vaisseaux réticulés, sur lesquelles il régnait encore beaucoup d'obscurité. En effet, comme sur toutes les questions difficiles de l'anatomie et de la physiologie, plusieurs opinions ont été soutenues à des époques diverses; l'une des plus anciennes est celle de Hedwig, qui consistait à regarder la spiricule des trachées comme un vaisseau roulé en hélice autour d'un tube membraneux; vint ensuite celle de M. de Mirbel, qui considérait cette spiricule comme le résultat de la découpure en spirale d'une membrane utriculaire; enfin, MM. Hugo Mohl, Schleiden, etc., crurent que cette découpure en spirale ne s'opérait qu'après que des formations secondaires s'étaient déposées en hélice à la surface interne de la membrane utriculaire primitive. C'est à cette dernière opinion que les botanistes de notre époque s'étaient arré-

tés; et ils pensaient aussi que les anneaux et les réticulations des vaisseaux annelés ou des vaisseaux réticulés étaientde même constitués par des dépôts secondaires effectués en anneaux ou en réseau dans l'intérieur des cellules primaires.

M. Trécul a vu que, dans les plantes citées dans son mémoire, les vaisseaux munis de filaments hélicoïdes, d'anneaux, de réticulations, n'ont point l'organisation que leur attribuent les botanistes; il s'est assuré que la spiricule, les réticulations, les anneaux, sont produits par la membrane primaire elle-même, que les spiricules sont des tubes creux, les anneaux des tubes en cellules annulaires, enfin que les réticulations sont formées également par des canaux anastomosés nés dans la membrane cellulaire qui s'est épaissie dans les points correspondants. Ces canalicules spiraux, annulaires ou réticulés, renferment une matière ordinairement gélatineuse et de consistance variable. Un autre caractère vient encore s'ajouter à celui qui est tiré de la structure tubulée de ces organes, pour prouver que les réticulations des vaisseaux des Cactées, du *Cucurbita pepo*, etc., ne sont pas dues à des dépôts formés dans la cavité des cellules qui les composent: c'est que les dépressions qui alternent avec les parties réticulaires renflées existent tout aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des vaisseaux, quand ceux-ci sont parfaitement isolés de tous les autres organes.

Voici, au reste, la description des principaux faits relatés dans ce mémoire :

L'auteur a vu que les fibres ligneuses spirales et annulaires des Cactées, dont la forme a été si bien décrite et figurée par MM. Ad. Brongniart et Schleiden, naissent absolument comme les fibres ligneuses ordinaires. Dans de jeunes *Mamillaria*, *Echinocactus*, où l'accroissement était prompt, elles étaient disposées, dans la couche génératrice, en séries horizontales rayonnantes, sous la forme de cellules oblongues, à parois minces et transparentes. Dans les plus rapprochées du cylindre fibro-vasculaire, il vit se dessiner une ligne spirale sur la membrane qui était d'abord lisse. Cette spiricule, à peine perceptible, d'une teinte plus claire que le reste de la membrane, a ses tours de spire écartés dès le principe. (Ceci est contraire à la théorie de M. Schleiden, qui veut que dans tous les cas les tours de spire

soient contigus à l'origine.) Les bords de cette spiricule, primitivement diffus, se dessinent bientôt avec plus de netteté. Une étude attentive fait voir qu'elle occupe une partie de l'épaisseur de la membrane, dont elle est évidemment une dépendance, et non un simple dépôt formé à sa surface interne. Quand la spiricule est bien définie, la membrane de la cellule qui s'accroît d'abord plus vite qu'elle (*Mamillaria quadrispina*), se renfle dans les intervalles qui séparent ses tours de spire, en sorte qu'à cette époque un sillon suit à l'extérieur de la cellule les contours de l'hélice; mais sa spiricule, en continuant son accroissement, efface peu à peu ce sillon, et finit même par faire saillie à son tour. D'abord simple filament à la face interne de l'utricule, elle s'élargit au point d'occuper fréquemment presque tout le rayon de la cellule; c'est alors qu'elle figure une lame contournée comme un escalier à vis. Cette spiricule ne s'accroît donc pas par des dépôts successifs de la matière contenue dans la cellule, elle s'accroît par intussusception.

Tous les phénomènes qui viennent d'être décrits se retrouvent dans la formation des fibres annulaires; seulement ce sont des anneaux qui naissent tout d'abord à la place de la spiricule. M. T. fait remarquer en passant que ce fait est aussi en contradiction avec la théorie de M. Schleiden, qui prétend que toujours les anneaux sont composés des fragments d'une spiricule primitive, dont chacun, en se contractant et se soudant, donne lieu à un anneau formé de deux tours de spire. A la forme annulaire près, c'est le même aspect au début, la même dilatation successive de la membrane et des anneaux. Quand la membrane est le plus dilatée, il serait impossible de s'imaginer qu'il y a là une simple cellule si on ne l'avait pas vue se modifier; ou plutôt, elle a tout l'aspect d'une cellule-mère qui s'est partagée par des cloisons pour produire plusieurs autres cellules.

La spiricule et les anneaux, aussi minces que la membrane de leur cellule-mère, à leur origine, se dilatant dans tous les sens, prennent une épaisseur plus grande que la sienne; car elle conserve à peu près la même ténuité à tous les âges; c'est pourquoi les anneaux et les spiricules, ayant plus de consistance que les parois utriculaires, refoulent souvent celles des cellules voisines vers le centre de chacune d'elles. Cependant la compression que

les cellules exercent les unes sur les autres a pour effet de faire prendre fréquemment aux anneaux et aux spiricules des formes variées; leur contour est dans ce cas marqué de quelques échancrures plus ou moins profondes.

C'est dans les spiricules de ces fibres ligneuses des Cactées, qui sont plus épaisses que celles de trachées, que M. Trécul a découvert d'abord la cavité de ces organes hélicoïdes. Il l'a observée, en premier lieu, dans des tissus qui avaient été soumis à la macération et qui avaient été ensuite desséchés; il l'a vue ensuite dans les trachées et dans les anneaux; en sorte qu'une spiricule, qu'un anneau, qui étaient considérés comme formés d'une substance homogène déposée par la matière contenue dans la cellule, sont composés de deux substances : 1° d'un tube creux, à parois minces, bien définies, d'une cellule spirale enfin; 2° d'une matière gélatineuse que celle-ci renferme et qui a une couleur différente. Pour les apercevoir plus aisément, il faut avoir une section ou une cassure bien perpendiculaire à l'axe de la spiricule ou de l'anneau.

L'auteur a remarqué la même composition dans les vaisseaux spiraux du *Cucurbita pepo;* il a même observé dans les vaisseaux réticulés de cette plante, et dans ceux des Cactées, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, que les mailles du réseau, qui constituent les parties déprimées, le sont au dehors aussi bien qu'au dedans, ce qui exclut l'idée de dépôt secondaire effectué à l'intérieur pour produire les réticulations; nous avons dit aussi que le réseau formé par les parties renflées est creux comme les spiricules et les anneaux, et qu'il contient comme eux une substance d'aspect gélatineux. Ce sont les vaisseaux réticulés, dont les dépressions ne sont que linéaires et les réticulations très larges, qu'il faut choisir pour mieux voir ces cavités.

Certains vaisseaux ponctués paraissent avoir une structure analogue.

Tous ces faits prouvent, dans l'opinion de l'auteur du mémoire, que les théories fondées sur des dépôts formés à l'intérieur des utricules, ne sont pas aussi générales qu'on le pense communément.

GÉOLOGIE. *Rôles divers de l'eau à la surface du sol et dans*

l'intérieur de la terre. — Sous ce titre, communication a été faite à la Société de la note suivante, par M. Delanoue.

« L'origine du sulfure alcalin dans les eaux minérales a donné lieu depuis longtemps à une foule de suppositions différentes. Tout récemment, M. Durocher s'est occupé des eaux thermales des Pyrénées, et il a attribué leur sulfuration à la présence du monosulfure sodique qui forme, dit-il, des gîtes de contact à la séparation des terrains granitiques et paléozoïques (1). » Comment supposer qu'une substance aussi oxydable, aussi combustible, n'ait pas été brûlée au contact des roches granitiques oxydées et incandescentes ? En supposant même qu'elle ait pu échapper à la combustion, comment aurait-elle pu résister, elle qui est si soluble, à l'action dissolvante de l'océan paléozoïque ? M. Durocher assimile ce monosulfure en roche aux dépôts de sel gemme ; comment s'expliquer alors qu'aucune eau thermale n'en offre une solution quelconque un peu concentrée, comme cela se présente si fréquemment pour les sources salées ? Pourquoi ne trouve-t-on jamais dans les eaux thermales que quelques millièmes ou quelques millionièmes de ce monosulfure, qui a pourtant sur le chlorure sodique l'avantage d'être encore plus soluble à chaud qu'à froid. On a proposé, au lieu des hypothèses de M. Durocher, d'autres hypothèses que je n'admets pas davantage ; mais je me garderai bien d'apporter à mon tour un nouveau système. Je vais seulement rappeler et rapprocher quelques faits bien connus, évidents jusqu'à la trivialité, et qui, j'espère, ne seront contestés par personne. La conséquence en jaillira toute seule et sans hypothèse.

» L'eau des pluies lessive l'air, puis la terre. L'eau des sources apporte en dissolution à la surface du sol des substances variées comme les terrains qu'elle a traversés. L'abondance des substances dissoutes est proportionnelle à leur solubilité et à la température ou profondeur des roches lessivées. La pluie contient : acide carbonique, air très oxygéné, nitrate ammonique. Par son eau, elle dissout toutes les substances solubles qu'elle peut atteindre dans le sol (substances organiques, nitrates et

(1) *Bul. de la Soc. géol.*, tom. 10, p. 424 et 425.

silicates alcalins, sels divers, etc.); par son acide carbonique, elle convertit les carbonates en bi-carbonates, qu'elle entraîne; par son oxygène, elle brûle, mais avec une grande lenteur, la matière organique, suroxyde et, par conséquent, décompose les carbonates de fer et de manganèse, sulfatise les pyrites, etc. Il en résulte que les sources superficielles ou froides contiennent généralement, mais en proportions très variables, suivant la nature du sol : acide carbonique; air plus ou moins oxygéné; substance organique; sulfates, chlorures, carbonates ou silicates et nitrates alcalins; iodures, bromures, etc., pour mémoire.

» A mesure que les sources sont plus profondes et plus chaudes, on y observe les substances précédentes en proportion plus considérable, ainsi qu'on devait s'y attendre; mais l'oxygène et les nitrates diminuent ou disparaissent. En revanche, l'acide carbonique ou les bi-carbonates augmentent. Les sulfates sont remplacés en partie ou en totalité par des monosulfures alcalins. Cela se comprend aisément, le contact prolongé à une haute température de la matière organique avec de l'oxygène et des sulfates devait produire de l'acide carbonique et des monosulfures. Il ne pouvait en être autrement. Cette opération se fait même à froid, sous nos yeux, tous les jours, pour les eaux gypseuses qui séjournent avec des substances organiques dans des mares ou dans des sources, comme à Enghien, Saint-Amand-les-Eaux, etc. Elle s'effectue de même incessamment pour les sulfates de soude et de potasse; car les eaux de lavage des sucreries de betteraves, si riches, on le sait, en sulfate potassique et en débris organiques, produisent, dès qu'elles ne sont pas courantes, c'est-à-dire oxygénées, des sulfures alcalins qui infectent les alentours.

» On me répondra peut-être : Nous ne contestons pas la réduction du sulfate calcique en sulfure, et nous savons qu'il existe à Valenciennes une fabrique de sulfate potassique de betteraves, mais rien ne prouve que c'est le sulfate de potasse et non celui de chaux qui produit ces sulfures fétides. Je suis allé au-devant de cette objection; je me suis assuré par une expérience directe que, même à froid, le sulfate potassique était converti en sulfure par le fait seul de la présence du sulfure

calcique ; en employant le sulfure barytique en excès, j'ai pu m'assurer qu'il ne restait pas un atome de sulfate potassique en dissolution. La désoxygénation des sulfates de soude ou de potasse a donc lieu dans la nature directement ou indirectement. Ceci n'est plus une théorie ; ce sont des faits irréfragables.

» Si l'on était tenté de regarder cette question comme insignifiante, je me permettrais de faire observer qu'elle se rattache à toute une série de phénomènes jusqu'ici trop négligés, celle des formations *hydro-thermales*, c'est-à-dire des geysers, salses et eaux minérales anciennes qui ont donné naissance aux agates, albâtres calcaires, argiles non stratifiées, halloysites, sulfures métalliques en amas ou filons, minerais calaminaires, etc., c'est-à-dire aux dépôts les plus variés, les plus intéressants et les plus utiles. Il importe donc essentiellement aux progrès actuels de la science et de l'industrie minérale de ne plus laisser établir et propager sur un pareil sujet que des notions exactes et précises.

» Non-seulement les sources nous offrent, comme on l'a dit, des *sondages naturels*, mais elles nous révèlent encore, par leurs produits actuels, la plupart de leurs formations antérieures. Il suffit pour cela de bien étudier et préciser leur rôle : je me borne aujourd'hui à le résumer ainsi :

» Tous les terrains pyrogènes et neptuniens, excepté une partie du terrain quaternaire, sont ou étaient primitivement au minimum d'oxydation, ou dans un état intermédiaire, et jamais au maximum. Les mers elles-mêmes et les lacs (je ne parle pas des eaux fluviales) étaient jadis et sont encore aujourd'hui désoxydantes ; car elles nous offrent, indépendamment de leur population propre, tous les débris de flores et de faunes terrestres qu'entraîne, dans ces dépressions du globe, le lavage incessant du sol émergé.

» L'eau pluviale ou courante est, au contraire, oxygénée et oxydante ; non-seulement elle dissout les substances solubles du sol, mais elle oxyde les éléments oxydables des roches dans toutes les parties superficielles et perméables ; elle hydrate et suroxyde le fer et le manganèse, malgré leur combinaison avec les acides silicique et carbonique ; elle sulfatise, et, par conséquent, dissout les pyrites ; elle décompose incessamment toutes

les roches plus ou moins calcaires en bicarbonate calcique qu'elle emporte, et en résidu insoluble de matière organique et sédiment qui restent à la surface de la terre pour y former un sol fertile (1); elle décompose même, avec l'aide des siècles, toutes les roches pyrogènes en silicates solubles qu'elle entraîne et en silicates insolubles plus ou moins impurs. C'est ainsi qu'elle a rendu meubles et propres à la végétation les granites, les porphyres, c'est-à-dire les roches les plus compactes et les plus dures de la création.

» Mais, à mesure que l'eau devient courante ou qu'elle pénètre plus profondément dans le sol, elle perd son oxygène, puisqu'elle le cède à tous les corps oxydables; elle se charge des substances organiques inhérentes à presque toutes les roches sédimentaires; elle devient alors désoxydante et ramène au minimum d'oxydation toutes les substances soumises à son influence. C'est ainsi qu'elle dépose des pyrites dans les cavités sous-jacentes, à mesure que le sufate de fer soluble est réduit en sulfure insoluble. De là ces moules en pyrite épigénique de fossiles préalablement dissouts à l'état de bicarbonate par l'acide carbonique des infiltrations antérieures.

» Cette eau désoxydante, qui se forme très vite et très près de la surface dans les terrains marécageux, tourbeux, etc., est nuisible et même mortelle pour la plupart des cultures; de là, l'importance du drainage, non pas seulement pour assécher les sols trop humides, mais encore et surtout pour procurer aux racines un double courant d'air et d'eau oxygénée; de là, la nécessité reconnue de laisser aérer les boues noires de villes et d'étangs, avant de pouvoir les employer, comme amendements, surtout dans les sols imperméables.

» Ce double rôle des eaux à besoin d'être bien compris. Il donne en géologie la clef d'une foule d'épigénies en apparence contradictoires; il explique une foule de phénomènes anormaux au point de vue de l'industrie et de la salubrité publique; il démontre la nécessité des eaux courantes, c'est-à-dire aérées, non-seulement pour entraîner, mais pour oxyder incessamment toutes les matières putrescibles qui tendent à s'accumuler autour de nos demeures. Il est surtout appelé à éclairer l'obscurité de

(1) Cette idée très juste appartient à Ebelmen.

pratiques agricoles qui doivent varier comme la nature des terrains; car le sol, les amendements et les fumiers n'ont d'influence sur les plantes que par leurs parties solubles dans l'eau. J'espère revenir un jour sur ce sujet, dont l'étude est pleine d'attrait pour le chimiste, l'agriculteur et le géologue. »

Séance du 1er juillet 1854.

Physiologie et tératologie végétale. — M. E. Germain de Saint-Pierre a lu la note suivante *sur le principe d'après lequel les plantes oppositifoliées peuvent passer à l'état de plantes cyclifoliées (à feuilles verticillées)*.

« Chez les plantes phanérogames, autant la disposition verticillée sur un même plan est ordinaire pour les organes appendiculaires de la fleur (organes protecteurs et organes sexuels), autant cette disposition verticillée est exceptionnelle pour les feuilles de la tige ; en effet, la plupart des plantes à feuilles véritablement verticillées sont une exception, je dirai presque une anomalie dans la famille ou dans le genre auquel elles appartiennent; il y a plus, ces plantes varient quelquefois, non pas seulement d'un individu à un autre, mais d'un rameau à un autre, et de la base même au sommet d'un seul rameau ; ces plantes varient, disons-nous, à feuilles opposées, ternées, quaternées, ou en nombre supérieur ; tels sont, dans la famille des Primulacées, les *Lysimachia vulgaris*, *thyrsoidea*, *ciliata* et *punctata ;* telles sont aussi la plupart des espèces appartenant au genre *Bouvardia* (Rubiacées du Chili) ; on ne saurait dire au premier aspect, chez la plupart de ces plantes, si l'anomalie consiste dans les feuilles opposées qui apparaissent sur certains rameaux, ou dans les feuilles verticillées qui dominent chez d'autres rameaux. Dans une plante de la famille des Composées, le *Zinnia verticillata*, les feuilles sont verticillées tandis qu'elles sont sub-opposées dans les autres espèces du même genre ; si l'on examine un certain nombre d'individus du *Zinnia* à feuilles verticillées, on est frappé de l'irrégularité de plusieurs des verticilles qui tendent à passer à l'état de spirale et présentent les nombres de feuilles les plus irréguliers.

» Chez d'autres plantes, où l'état verticillé paraît être l'état normal, on remarque encore une grande variation dans le nombre

des feuilles du verticille chez un même individu ; chez l'*Hyppuris vulgaris*, par exemple, le nombre des feuilles des verticilles varie de 8 à 12 ; chez les *Myriophyllum* le nombre des feuilles des verticilles varie de 3 à 5, quelquefois même les feuilles sont simplement opposées ou alternes. — Enfin, chez certaines plantes à feuilles normalement opposées, on remarque accidentellement des rameaux ou des parties de rameaux à feuilles verticillées par trois, par quatre, ou par un plus grand nombre.

» L'étude suivie à laquelle je me suis livré sur le phénomène du dédoublement chez les organes appendiculaires des végétaux, m'a mis à même de comprendre le phénomène en vertu duquel des plantes dont le type normal est le type oppositifolié, passent accidentellement et d'une manière plus ou moins permanente au type cyclifolié.

» Si l'on examine avec attention un certain nombre d'individus à feuilles verticillées, il est rare que l'on ne rencontre pas, parmi les feuilles de forme normale, d'autres feuilles plus ou moins profondément bifides et qui ont l'apparence de deux feuilles soudées inférieurement dans une étendue variable ; la soudure ou la fusion étant telle dans cette étendue qu'il n'existe qu'une seule nervure médiane ; puis la disjonction se faisant à angle plus ou moins ouvert, et les deux sommets libres ne différant en rien de la partie supérieure de deux feuilles normales.

» La feuille double, ou les deux feuilles soudées que je viens de décrire, ont en effet été considérées jusqu'à ce jour comme le résultat de la soudure de deux feuilles voisines. Cette explication, basée sur une simple apparence, est exactement le contraire de la vérité ; il s'agit, en effet, d'une feuille unique qui est congénialement bifide ou bipartite, et dont chacune des deux moitiés, en vertu d'un curieux phénomène de *complémentation*, est complétée du côté dimidié, qui ne diffère en rien de l'autre, d'où il résulte que chacune des parties libres se présente sous la forme de la partie supérieure d'une feuille normale entière.

» Je me bornerai aujourd'hui à mentionner quelques faits démonstratifs de la théorie que je viens d'avancer. — J'ai rencontré chez des plantes à feuilles opposées des rameaux chez lesquels, dans l'intervalle qui sépare deux paires de feuilles superposées, se trouvait une paire de feuilles dans son ordre d'alternance ;

cette paire de feuilles se composait, d'un côté de la tige, d'une feuille normale, et, de l'autre côté, d'une feuille bifide ayant l'apparence de deux feuilles soudées. — Évidemment, cette feuille bifide occupant la place que doit occuper une seule feuille, et les autres feuilles du rameau existant à leur place, évidemment, dis-je, cette feuille ne peut être considérée comme résultant de la soudure de deux feuilles, elle est au contraire le résultat du dédoublement d'une seule et même feuille.

» Un autre fait également démonstratif consiste en deux rameaux nés à l'aisselle de deux feuilles opposées, l'un de ces rameaux étant normal et à feuilles opposées, l'autre présentant des feuilles bifides et des feuilles verticillées. De même que dans le cas précédent, on ne pouvait supposer deux feuilles à la place où il existe une feuille double ; de même, dans le cas que je cite, on ne saurait, pour le rameau à feuilles verticillées multiples, supposer une soudure entre plusieurs rameaux, puisque le rameau naît à l'aisselle d'une seule feuille et en face d'un rameau normal.

» Or, entre les feuilles bifides (que l'on rencontre chez les plantes à feuilles accidentellement verticillées) et les feuilles verticillées ou multiples, il existe toutes les transitions ; en effet, une feuille bifide jusqu'à moitié de sa longueur se rencontre souvent dans le voisinage d'une autre feuille bifide ou bipartite, c'est-à-dire fendue jusque vers sa base ; et de cette feuille, qui constitue deux feuilles dans presque toute son étendue, à deux feuilles entièrement libres, il n'y a qu'un pas.

» J'en conclus que les feuilles, en se multipliant par division, donnent lieu aux feuilles surnuméraires, qui constituent généralement la disposition verticillée. Ces feuilles surnuméraires ont tous les caractères des feuilles normales, et présentent comme elles un bourgeon à leur aisselle. — Quant au nombre des feuilles qui constituent les verticilles, il varie selon qu'une seule des feuilles opposées ou l'une et l'autre se sont divisées, et selon qu'elles sont bifides ou multifides ; mais, dans tous les cas qu'il m'a été donné d'observer, la division s'est opérée par le partage congénial de la nervure médiane, et si une feuille bifide est subdivisée, c'est encore par le partage de la nervure médiane

de l'une des deux moitiés, ou des deux moitiés de cette feuille multiple.

» Je n'ai point encore parlé de nos Rubiacées indigènes, qui constituent la section des *Stellata;* les plantes qui forment ce groupe présentent des feuilles en apparence verticillées ; mais on avait remarqué avec raison que les seules feuilles qui produisent des bourgeons, parmi ces feuilles plus ou moins nombreuses, sont alternativement opposées comme chez les autres Rubiacées, et l'on en avait conclu que les feuilles surnuméraires qui constituent les verticilles ne sont autre chose que les stipules dont sont pourvues les Rubiacées à feuilles opposées. — J'ai été assez heureux pour trouver la preuve de l'exactitude de cette théorie chez un *Galium* (le *G. linifolium*), plante des Alpes françaises ; dans cette espèce, les feuilles surnuméraires des verticilles supérieures avortent ou s'atrophient au point de passer à l'état de stipules subulées, état qui constitue l'état normal chez un grand nombre de plantes à feuilles opposées de la même famille ; dans ce cas, l'anomalie consiste donc dans un retour (par épuisement ou atrophie) à l'état théoriquement normal.

» J'ajouterai que dans le genre *Rubia* (Garance), qui appartient également à la tribu des *Rubiacées étoilées*, on rencontre souvent trois rameaux axillaires pour un même verticille ; or, les trois rameaux et les feuilles axillantes, étant symétriquement disposées autour de la tige, on ne saurait voir, selon moi, dans la feuille fertile surnuméraire, une stipule transformée, mais bien le résultat du dédoublement d'une véritable feuille ; en effet, la production d'un bourgeon à l'aisselle d'une stipule n'entraîne aucun déplacement dans la situation des bourgeons normaux ; au contraire, j'ai constaté que lorsque les feuilles sont multipliées par dédoublement, elles prennent généralement une disposition symétrique autour de la tige, combinaison nouvelle à laquelle participent les feuilles normales et leurs bourgeons axillaires. »

Séance du 8 juillet 1854.

ICHTHYOLOGIE. *Essais de pisciculture. Fécondations naturelles et artificielles des œufs de Poissons.* — Dans cette séance M. C. Millet, inspecteur des forêts, a entretenu la Société des

expériences nombreuses qu'il a faites à ce sujet. Nous reproduisons sa note exceptionnellement, malgré son étendue, à cause de l'utilité qu'elle peut avoir sous le rapport pratique, utilité qui disparaîtrait par la suppression d'une partie des détails dans lesquels l'auteur est entré. Il y a d'ailleurs dans sa note des observations sur les mœurs de différentes espèces de Poissons de nos rivières, et ce genre d'observations n'est pas un des moins intéressants de l'ichthyologie.

« Dans les opérations de pisciculture, on doit toujours, pour en assurer le succès, se rapprocher autant que possible des faits naturels. C'est d'après ce principe, qu'après avoir étudié, pendant de longues années, les habitudes et les mœurs des Poissons, j'ai cherché à déterminer les meilleurs moyens de repeupler les eaux en bonnes espèces comestibles. Pendant les années de 1848 à 1854, j'ai fait et j'ai fait répéter de nombreuses expériences sur les fécondations artificielles appliquées à l'élève des Poissons. J'ai recherché, en même temps, s'il ne serait pas possible d'obtenir des résultats au moins aussi satisfaisants, en se rapprochant encore davantage des conditions naturelles de la fraie, de manière à rendre les opérations plus simples, plus économiques, plus sûres. J'ai repris alors mes anciennes expériences sur la *fraye naturelle*, et j'en ai comparé les résultats avec ceux de la méthode de la *fécondation artificielle*. Je vais en donner ici un résumé succinct.

» Parmi les diverses espèces de Poissons, on distingue : 1° celles qui frayent dans les eaux *vives* ou *courantes*, et 2° celles qui frayent dans les eaux *tranquilles*, *dormantes* ou *stagnantes*. Dans la première catégorie, on a les *Saumons*, *Truites*, *Ombres*, etc.; le *Barbeau*, le *Chevenne*, le *Goujon*, etc.; dans la deuxième catégorie, on a la *Carpe*, la *Tanche*, la *Brème*, la *Perche*, le *Brochet*, le *Gardon*, etc.

» La Truite (ainsi que les Salmones en général) *fait un véritable nid* au moment de la ponte; elle choisit un lit de gros gravier ou de cailloux lavés par des eaux claires et vives; elle les remue et les nettoie pour en faire sortir toutes les matières ténues, tous les matériaux étrangers déposés par l'eau; puis, elle creuse des trous, au milieu des cailloux, dans lesquels elle fait écouler ses œufs en se plaçant à une faible distance contre

le courant; par un admirable instinct, elle s'éloigne plus ou moins à raison de la rapidité du courant. Au fur et à mesure de la sortie des œufs, le mâle les féconde par quelques gouttes ou jets de laitance dont il provoque ou facilite l'écoulement en se frottant, ainsi que la femelle le fait pour les œufs, contre les pierres ou les cailloux. La Truite *recouvre* ensuite son nid avec les cailloux qu'elle avait déplacés, et forme ainsi des tas, monticules ou digues que l'on reconnaît au premier coup d'œil.

» Ce mode de frayer indique la marche à suivre : on peut établir des *frayères* même dans les cours d'eau que fréquente la Truite, le Saumon, etc., lorsque ces cours d'eau se trouvent dans des conditions convenables. A cet effet, on choisit dans des bras de rivière ou dans des ruisseaux les endroits où l'eau ne gèle jamais, où le niveau est peu variable, où elle reste claire, vive et courante, et où la température se maintient en hiver entre 5° et 10° environ (on peut même opérer dans des eaux plus froides). Si le lit est garni de gros gravier ou de cailloux, on utilise ces matériaux sur place; on se borne alors à les remuer avec une pelle ou un râteau pour en former des tas, des monticules ou des petites digues en pente douce. Il est essentiel de bien approprier ces matériaux pour les débarrasser de toutes matières étrangères telles que sable, terre, débris organiques, etc. En les remuant avec un râteau de fer, surtout à quelques centimètres de profondeur, on arrive facilement à les nettoyer complétement; car le courant entraîne immédiatement toutes les matières les plus ténues et les plus légeres, qui ne résistent pas à son action. Il faut surtout que la frayère ne présente point de ces végétations aquatiques, de ces Conferves qui tapissent quelquefois la surface de quelques pierres ou cailloux; leur présence serait une cause d'éloignement pour la Truite.

» L'établissement de ces frayères ne présente aucune difficulté, et n'occasionne qu'une très faible dépense, car j'ai pu, avec un seul manœuvre, préparer ainsi, dans une seule journée, 15 à 20 frayères capables de recevoir la ponte d'une centaine de Truites de dimension ordinaire, c'est-à-dire pesant de 500 à 1 000 grammes, et pouvant produire 100 000 œufs environ.

» On ménagera, à proximité des frayères, quelques trous ou cavités sous les berges, des touffes de plantes aquatiques, des bois ou des fascines sous lesquels le Poisson aime à se réfugier et à se reposer, surtout pendant la période de la fraye. Toutes ces dispositions ont pour but d'attirer et de retenir le Poisson sur les points que l'on a choisis ; l'appropriation des frayères a, d'ailleurs, pour objet d'épargner au Poisson un travail souvent long et pénible dans le nettoyage des matériaux. Quand le fond de l'eau ne présente pas de matériaux convenables, quand il est formé de terre, de vases, etc., on y introduit de gros gravier, des cailloux ou des pierres ayant, en général, la grosseur d'une noix à celle du poing ; quelques brouettées suffisent pour former plusieurs frayères. La nature des matériaux est à peu près indifférente ; car j'ai employé des cailloux et des pierres de nature très variée : des silex, des granits, des grès, des calcaires (même des morceaux de craie blanche). Toutefois, on devra donner la préférence aux cailloux d'alluvion ou aux pierres qui résistent à l'eau et au frottement, et en général aux matériaux dont les arêtes sont émoussées ou arrondies par érosion, parce que les angles trop aigus et les arêtes trop vives blessent et fatiguent le Poisson quand il creuse les trous et quand il les recouvre. Ils offrent, d'ailleurs, dans leur superposition, des intervalles et des vides qui présentent de bonnes conditions pour l'incubation et l'éclosion des œufs et pour le développement des jeunes Poissons.

» L'établissement de ces frayères artificielles a, parmi beaucoup d'autres avantages, celui de retenir les Truites dans les cours d'eau ou à proximité des cours d'eau que l'on veut repeupler. Ce résultat est très important pour les propriétaires qui voient, chaque année, les meilleurs Poissons de leur domaine, ou ceux des eaux dont ils ont la jouissance, se diriger sur des points où ils sont pêchés par des braconniers ou par les riverains ; ces frayères ont aussi l'avantage d'obtenir une *reproduction* dans les viviers ou dans des eaux où la *fraye était impossible*. Leur efficacité est si réelle, que j'ai pu faire frayer des Truites dans des trous et des fosses d'anciennes *tourbières* où l'on avait jeté, quelques semaines avant l'époque ordinaire de la ponte, des brouettées de pierres cassées, servant à l'em-

pierrement des routes. Plusieurs frayères établies, dans des sources et des fontaines, avec des rognons et des cailloux de silex pyromaque, et d'autres avec des morceaux de calcaires crayeux, ont donné d'excellents résultats.

» Il faut avoir le soin, et c'est là une règle générale, d'organiser les frayères quelques semaines avant l'époque ordinaire des pontes, et de les nettoyer au râteau de fer quand le Poisson commence à les explorer. On peut les établir à des profondeurs très variables, soit à quelques décimètres, soit à plusieurs mètres sous l'eau; toutefois, j'ai remarqué que le Saumon et la Truite donnaient la préférence à celles qui avaient une profondeur de 40 centimètres à un mètre environ.

» Il y a ici un fait intéressant à signaler, c'est que l'*Ombre chevalier* fraye souvent à des profondeurs très considérables (30 et 40 mètres). Ce Poisson se reproduit facilement dans les lacs, dans les fosses les plus profondes, quand il y trouve les conditions nécessaires à sa ponte; il est beaucoup plus *stationnaire* que la Truite et le Saumon notamment; car, au moment de sa fraye, il quitte rarement les lieux ordinaires d'habitation. Il présente, par conséquent, un grand avantage pour ceux qui l'élèvent. J'ai fait jeter quelques mètres cubes de pierres concassées et de cailloux dans des fosses de 8 à 10 mètres de profondeur; ces matériaux ont servi de frayères aux Ombres. Ce mode de reproduction offre, par conséquent, l'avantage de mettre cette espèce de Poisson à l'abri des braconniers qui souvent ravagent les eaux peuplées de Truites en les pêchant sur les frayères où elles se trouvent à de très petites profondeurs.

» Pour le Barbeau, le Chevenne ou Meunier, le Goujon, etc., on forme dans les endroits où l'eau est courante et peu profonde des grèves en pente douce, des tas ou des monticules de pierres et de gravier de rivière, en ayant le soin de remuer et de nettoyer ces matériaux à la pelle ou au râteau, de manière à les rendre bien nets et bien propres; on approprie en même temps la base et les alentours de ces monticules; on peut placer, dans les interstices, des pieux, des piquets et quelques branchages qui servent à briser les courants et à abriter le Poisson. A l'époque de la fraye, le Barbeau, le Chevenne, etc., se portent sur ces frayères artificielles et déposent leurs œufs sur les pierres

ou les cailloux, où ils restent engagés ou adhérents jusqu'au moment de l'éclosion.

» Le *Chabot*, vulgairement nommé Tétard, Bavard, et le *Véron* frayent parfaitement dans les fontaines ou les ruisseaux dont la température est de 8 à 12 degrés. Cette circonstance est très importante ; car ces Poissons sont très recherchés par les espèces voraces, notamment par la Truite. On peut donc en faire produire une grande quantité pour nourrir l'alevin dans les eaux mêmes où l'on élève des Salmones. Les jeunes du Chabot et du Véron éclosent à des époques où les Saumoneaux, les petites Truites, les Ombres, etc., peuvent déjà se nourrir avec avantage de très petits Poissons dont la chair est encore peu substantielle. J'ai fait frayer le Chabot et le Véron, avec un succès complet, dans des fontaines ou des ruisseaux qui n'avaient que quelques décimètres de profondeur, en leur préparant des pierres, des cailloux ou des graviers bien nettoyés. Quand ces matériaux se trouvent sur place, il suffit de les degager et de les approprier avec un râteau quelque temps avant la ponte. Quand ils n'existent pas sur place, on en introduit quelques-uns et on les dispose pour le Chabot par petits groupes de 4 à 5, ayant à peu près la grosseur du poing et présentant quelques enfoncements dans la partie tournée vers le sol.

» Le Chabot choisit les pierres dont le dessous offre quelques cavités, dans lesquelles il colle ses œufs par petits groupes. Mais il procède toujours à un travail préparatoire qui consiste à approprier la place où il veut faire son nid; il creuse alors une galerie ou un couloir qui a une entrée et une sortie sous la pierre destinée à recevoir ses œufs. La femelle glisse sous la pierre, se retourne brusquement sur le dos et présente son ventre contre la face de cette pierre, où elle dépose une portion de ses œufs qui s'y collent immédiatement; le mâle pénètre alors dans le nid, et, par un mouvement semblable à celui de la femelle, il éjacule en se retournant sur le dos quelques gouttes de laitance sur les œufs qui viennent d'être pondus. Le Chabot *garde son nid* et se tient à l'entrée de la galerie pour chasser les animaux nuisibles, notamment les Épinoches, les Verons, etc., qui cherchent à pénétrer dans le nid pour dévorer les œufs.

» Pour la *Carpe*, la *Brême*, la *Tanche*, le *Gardon*, etc., on

dispose les frayères dans une eau tranquille et douce que les rayons solaires peuvent porter à une température tiède (20 à 25 degrés). La Carpe, notamment, fraye parfaitement dans les mares dont l'eau est complétement stagnante. Les bassins doivent être en cuvette ; et les bords, en pente très douce, doivent être garnis de plantes aquatiques, notamment d'herbes fines, déliées, mais à tiges résistantes, et de gazons tertres ou petits monticules garnis d'herbes et de racines déliées et dures.

» On peut aussi établir des *frayères mobiles* à l'aide de fascines et de clayonnages que l'on pose, à proximité des bords, en plans peu inclinés et que l'on charge de quelques mottes de gazon ou de jonc. A l'époque de la ponte, la Carpe, ainsi que les autres Poissons, vient explorer les frayères pour choisir les meilleures. Les mâles et les femelles des Carpes sont réunis ; ils battent l'eau avec bruit, et au fur et à mesure que les œufs s'écoulent, le mâle les féconde ; en agitant et en battant l'eau, ces Poissons ont surtout l'instinct d'empêcher les œufs de s'agglomérer et de les disséminer sur les corps environnants auxquels ils se collent immédiatement, et en même temps de diviser ou de disséminer la laitance de manière à la répandre sur tous les œufs.

» La Carpe, la Tanche, etc., ne frayent pas dans les eaux courantes, surtout dans celles qui sont vives et froides. Quand l'époque de la ponte arrive, ces Poissons quittent les cours d'eau pour gagner des anses, des gares, des étangs ou des marais en communication avec ces cours d'eau.

» Le *Brochet* quitte aussi les grandes eaux au moment de la ponte pour aller chercher des eaux dormantes et tranquilles. On forme ses frayères avec des gazons ou tertres garnis d'herbes et de racines, et avec des branchages et des ramilles que l'on tient en bon état de propreté.

» La *Perche* fraye d'une manière toute spéciale. Ses œufs, soudés les uns aux autres par petits groupes, forment un large ruban qui a l'aspect d'une jolie guipure. Ce Poisson n'a qu'un seul ovaire ; il le vide complétement en une seule fois. Pour empêcher que ce ruban ne soit entraîné par les eaux ou ne soit en contact avec la vase et le limon, la Perche a la précaution de l'enlacer autour des herbes, des joncs, des ramilles ou des branchages, et en général de tout corps plongeant dans l'eau et pou-

vant retenir ses œufs. Elle pond soit à quelques centimètres seulement, soit à 10 mètres et plus de profondeur.

» Dans un grand nombre d'étangs, de lacs et de viviers, on récolte des œufs de Perche avec des fagots ou fascines plongés dans l'eau. J'ai vu plusieurs de ces appareils garnis de rubans d'œufs, il y a déjà quelques années, dans le lac de Genève et dans plusieurs autres localités, où on les tenait suspendus dans l'eau, à l'aide d'une corde, à une profondeur de 6 à 8 mètres environ. A l'époque de la fraye, la Perche quitte les cours d'eau et gagne les lieux tranquilles. Pour préparer ces frayères, on met dans l'eau des mottes de joncs et d'herbes, des fascines ou des branchages; ou mieux encore, on pique sur les rives, à une profondeur de $0^m,50$ à 1^m environ, quelques branches garnies de légers rameaux, des branches de saule, par exemple. — Il est toujours très facile de *recueillir* les œufs ; car il suffit de soulever les rubans avec un bâton ou une petite fourche, et de les dégager ainsi du point où ils étaient fixés. Mais il ne faut pas attendre que la période d'incubation soit trop avancée, car le cordon d'œufs se désagrége au moindre contact. Par ces moyens, on peut très facilement déplacer et transporter les œufs ; on peut aussi les détruire ou en diminuer le nombre dans les eaux où la trop grande multiplication de la Perche serait préjudiciable, car ce Poisson est très vorace.

» Les frayères artificielles, appliquées à la ponte de quelques Cyprins, notamment de la *Brême* et du *Gardon*, et à celle de la *Perche*, ont été employées pour le repeuplement des eaux dans un grand nombre de localités. Dès l'année 1761, Lund en avait obtenu de très bons résultats ; car il était parvenu à produire plus de 10 *millions de jeunes Poissons*. Ces travaux ont été analysés par M. Haime dans le numéro du 1er juin dernier de la *Revue des Deux-Mondes*.

» Les frayères artificielles formées soit avec des pierres, des cailloux, du gravier ou sable, etc., soit avec des végétaux aquatiques, soit avec des ramilles, branchages, pieux ou clayonnages, sont aussi d'une application très facile et très avantageuse à la reproduction des *Poissons* et même des *Coquillages* et *Crustacés marins* (Huîtres, Moules, Langoustes, Homards, etc.), qui frayent dans les eaux salées ou saumâtres.

» On sait que, vers l'époque de la ponte, un grand nombre de Poissons essentiellement marins se rapprochent des côtes et pénètrent même quelquefois dans l'intérieur des affluents, pour y chercher les conditions de température et de densité nécessaires à la fraye. Dans les eaux douces ou à proximité des eaux douces, l'organisation des frayères ne présente aucune difficulté ; il en est de même pour les eaux du littoral, soit de l'Océan, soit de la Méditerranée. On trouve, en effet, sur un très grand nombre de points, des canaux, des étangs et des viviers dans lesquels on peut, par des *prises d'eau douce* ou *d'eau salée*, établir soit des *courants*, soit des *milieux* d'une densité convenable à chaque espèce. »

MÉCANIQUE. *Résistance des solides.* — M. de Saint-Venant a communiqué dans cette séance divers résultats relatifs :

1° A la flexion des prismes dans des plans obliques aux axes principaux d'inertie de leurs sections transversales ;

2° A la torsion des prismes en général.

1. Un prisme *ne fléchit pas toujours*, dit-il, *dans le plan même où il est sollicité à fléchir*, c'est-à-dire, en considérant seulement la flexion de son axe de figure, dans le plan qui passe par cet axe et par la direction de la force unique que l'on suppose (pour fixer les idées) appliquée transversalement à l'une de ses extrémités, l'autre étant encastrée ; et l'on se trompe lorsque, par exemple, on calcule la résistance à la flexion d'un prisme rectangle sollicité obliquement à ses faces latérales, de la même manière que lorsqu'il est sollicité ou *à plat* ou *de champ*, savoir en regardant le moment de cette résistance comme proportionnel constamment au moment d'inertie de sa section autour d'une ligne à angle droit sur la direction de la force qui fait fléchir.

Une expérience bien simple peut en convaincre. — Que l'on fixe par un bout une lame mince de fer blanc, et qu'on la tire à l'autre bout, *perpendiculairement à son axe*, par un fil attaché au milieu de sa largeur : on verra, quelle que soit l'obliquité du fil sur le plan primitif de la lame, que celle-ci se courbe cylindriquement de manière que ses bords et son axe restent dans des plans perpendiculaires à son plan primitif, comme si elle était tirée perpendiculairement à celui-ci. En sorte que le *plan de*

flexion de l'axe est très différent du *plan de sollicitation* à fléchir.

La raison s'en conçoit facilement en général.

Dans tout prisme dont la base ou section transversale n'a pas, comme le cercle et le carré, des moments d'inertie égaux autour de toutes les droites qu'on y trace par son centre de gravité, il y a *un plan de plus facile flexion* et *un plan de plus difficile flexion*. Ce sont les deux plans, perpendiculaires entre eux, qui passent par l'axe du prisme et par les deux *axes principaux* d'inertie des sections. Le plan de plus facile flexion est celui qui est perpendiculaire à l'axe principal autour duquel le moment d'inertie est le plus petit, et le plan de plus difficile flexion est perpendiculaire à l'axe principal autour duquel le moment d'inertie de la section est le plus grand.

Si le plan de sollicitation à fléchir se confond avec l'un ou l'autre de ces deux plans, le plan de flexion effective s'y confondra aussi. Mais si le plan de sollicitation est intermédiaire, ou oblique par rapport à l'un et à l'autre, *le plan de flexion effective s'écartera du plan de sollicitation en se rapprochant plus ou moins du plan de plus facile flexion*. Il différera même extrêmement peu de celui-ci si, comme dans le cas de la lame très mince, l'un des deux moments d'inertie principaux est fort petit par rapport à l'autre. *Un prisme sollicité obliquement aux axes principaux de ses bases fléchira donc dans un autre plan que celui du moment ou du couple des forces qui font fléchir.*

2. Il est facile de déterminer, et ce plan de flexion effective, et les conditions de résistance, en posant, non pas une équation comme à l'ordinaire, mais *deux équations de moments* ou d'équilibre de rotation, savoir : un autour de chacun des deux axes principaux d'une section quelconque ω du prisme.

Soient ces deux axes pris pour ceux des y et des z, celui des x étant l'axe de figure du prisme, ou la ligne passant par les centres de gravité des sections ; α l'angle que fait, avec celui des z, le plan de sollicitation, ou le plan du moment de flexion M ; β l'angle cherché que fait, avec le même axe des z, le plan de flexion effective, ou, ce qui est la même chose, l'angle que fait, avec l'axe des y, *la ligne, encore inconnue, des fibres invariables*.

La distance, à cette ligne, du centre d'un élément $d\omega$ de la section, ayant pour coordonnées y et z, sera

$$z \cos 6 + y \sin 6.$$

En multipliant cette distance par $\frac{E}{\rho} d\omega$, E étant le coefficient d'élasticité d'extension, et ρ le rayon de la courbure que prendra l'axe du prisme, on obtient, comme on sait, pour produit la force de *traction* (positive ou négative) qui s'exerce, en vertu de l'élasticité, à travers la petite aire $d\omega$. Et comme toutes ces petites forces intérieures doivent faire équilibre aux forces extérieures, dont les moments autour des axes des y et des z tracés sur la section ω sont $M \cos \alpha$ et $M \sin \alpha$, l'on aura deux équations d'équilibre qui se réduisent, vu que $\int_o^\omega yzd\omega = o$ comme l'on sait, à celles-ci, en faisant $\int z^2 d\omega = I$, $\int y^2 d\omega = I'$ (en sorte que I et I' sont les deux *moments d'inertie principaux* de la section ω autour des axes y et z) :

$$\text{(a)} \qquad M \cos \alpha = \frac{EI}{\rho} \cos 6, \quad M \sin \alpha = \frac{EI'}{\rho} \sin 6.$$

En divisant ces deux équations l'une par l'autre, elles donnent pour déterminer l'angle 6, ou *l'inclinaison du plan de flexion effective :*

$$\text{(b)} \qquad \operatorname{tang} 6 = \frac{I}{I'} \operatorname{tang} \alpha.$$

Et, en ajoutant ensemble membre à membre ces mêmes équations divisées par I, I' et élevées au carré, elles donnent, pour déterminer la courbure de l'axe du prisme :

$$\text{(c)} \qquad \frac{1}{\rho} = \frac{M}{E} \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{I^2} + \frac{\sin^2 \alpha}{I'^2}}.$$

La courbe d'axe, et, par suite, la *flèche de flexion* s'obtiennent, soit en égalant cette expression à $-\frac{d^2 y'}{dx^2}$, y' étant une coordonnée transversale prise dans le plan de cette courbe, soit en posant, d'après les deux équations (a) ci-dessus, $-\frac{d^2 z}{dx^2} = \frac{M \cos \alpha}{EI}$,

$-\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M \sin \alpha}{EI'}$, ce qui donnera les deux projections de cette courbe sur les plans xy et xz.

Si le contour de la section est une ellipse, ou si, quelle que soit sa forme, on trace dans son plan l'ellipse connue dont les demi-axes, portés à partir du centre de gravité dans les directions des axes coordonnés y et z, sont proportionnels aux inverses $\frac{1}{\sqrt{I}}$, $\frac{1}{\sqrt{I'}}$ des racines carrées des moments d'inertie autour de ces mêmes axes, il est facile de voir que le plan de flexion effective sera perpendiculaire aux tangentes menées à cette ellipse par les points où elle est coupée par le plan de sollicitation, en sorte que *la ligne des fibres invariables est le diamètre conjugué à celui qui se trouve dans ce dernier plan.*

La déviation $\alpha - 6$ du plan de flexion, ou l'angle qu'il fait avec le plan de sollicitation, est à son maximum lorsque celui-ci passe par l'une des diagonales du rectangle circonscrit à cette *ellipse d'inertie;* et alors la ligne des fibres invariables n'est autre chose que l'autre diagonale.

Et, *lorsqu'un prisme rectangle est sollicité à fléchir dans un plan passant par son axe et par l'une des diagonales de sa base, c'est autour de la deuxième diagonale que la flexion s'opère.*

3. La condition de résistance à la rupture, dans ce cas général de flexion oblique, est que, si l'on appelle R la tension la plus grande que l'on puisse faire supporter aux fibres sans danger, par unité superficielle de section, ou si $\frac{R}{E}$ est la limite à imposer à leurs dilatations, on ait

$$\frac{R}{E} = \text{ou} > \text{maximum de } \frac{z \cos 6 + y \sin 6}{\rho}$$

ou, d'après les équations (a) qui fournissent la valeur de $\frac{\cos 6}{\rho}$, $\frac{\sin 6}{\rho}$:

$$\text{(d)} \qquad M = \text{ou} < \text{maximum de } \frac{R}{\frac{\cos \alpha}{I} z + \frac{\sin \alpha}{I'} y},$$

condition qui se réduit, lorsque la section est 1° un rectangle, 2° une ellipse dont b, c sont la plus grande et la plus petite dimension, respectivement à :

$$M \underset{\text{ou}<}{=} \frac{Rb^2c^2}{6(b\cos\alpha + c\sin\alpha)}\,;\quad M \underset{\text{ou}<}{=} \frac{R\pi b^2c^2}{32\sqrt{b^2\cos^2\alpha + c^2\sin^2\alpha}}.$$

Il est facile d'étendre ces considérations à une pièce non prismatique allongée ayant un axe rectiligne. Mais si les sections transversales n'ont pas toutes leurs axes principaux dans les deux mêmes plans, le plan de flexion effective changera d'une section à l'autre ; l'axe de la pièce prendra une double courbure, et il y aura, en même temps, torsion, quoique la pièce ne soit sollicitée qu'à la flexion.

4. Quant à la *torsion* en général, quelques auteurs paraissent penser que le moment de la résistance élastique qu'elle provoque, ou le moment capable d'une torsion donnée, est en raison du moment d'inertie de la section du prisme autour de son centre.

Or, c'est précisément le contraire qui a lieu *pour même volume de la matière du prisme;* car on trouve que le moment de résistance à la torsion est généralement d'autant plus petit que le moment d'inertie est plus grand, *à égale superficie de la section.*

Ainsi, pour un prisme ou cylindre à base elliptique, si θ est l'angle de torsion par unité de longueur, si ω est la superficie de la section, J son moment d'inertie dit *polaire* (autour de son centre), et si G est un certain coefficient d'élasticité de glissement relatif à sa matière, on trouve que le moment de réaction de torsion est égal à :

$$\frac{G\theta}{4\pi^2}\cdot\frac{\omega^4}{J} = \frac{G\theta}{39{,}5}\cdot\frac{\omega^4}{J}\,;$$

en sorte qu'à égale superficie ω, il est précisément en raison inverse de J, qui est plus considérable pour les ellipses allongées que pour celles qui se rapprochent du cercle.

Pour une autre base que l'ellipse, cette loi de la raison inverse n'a plus lieu exactement ; car, par exemple, pour le rectangle, il faut, dans la formule précédente, substituer au diviseur constant $39{,}5 = 4\pi^2$, un diviseur qui varie entre 42,7 et 36 ; et, pour un prisme à nervures ou à côtes, ayant pour base une courbe fermée du huitième degré en forme d'étoile à quatre pointes

arrondies dont les diagonales sont doubles des médianes, le diviseur est 47,4.

Mais la décroissance de la résistance, sous même volume, à mesure que la section prend une forme qui augmente son moment d'inertie, ne s'en observe pas moins, ce qui tient, comme on l'a fait voir ailleurs (Mém. des sav. étr., t. XIV sous presse), à ce que toute section non circulaire d'un prisme tordu prend une forme courbe en se *gauchissant* ou s'infléchissant surtout dans les parties saillantes.

Et c'est la section circulaire qui, pour même superficie de la section, ou pour même volume du prisme ou cylindre auquel elle appartient, non-seulement oppose à la torsion la plus grande réaction élastique, mais encore résiste le plus à la *rupture par torsion*.

Séance du 5 *août* 1854.

BOTANIQUE. *De l'inflorescence unilatérale du* Trifolium lupinaster.—Sous ce titre, M. A. Trécul lit la note suivante :

Tous les Trèfles ont une inflorescence indéfinie ordinairement contractée en un élégant capitule qui s'allonge quelquefois sensiblement; mais, sur toutes les espèces qui affectent cette forme, les fleurs sont régulièrement distribuées autour de l'extrémité d'un pédoncule cylindracé, de manière à présenter une figure symétrique. Quelques espèces, cependant, présentent une certaine irrégularité dans la disposition de leurs fleurs; le *Trifolium Wormskioldii*, Don., en est un exemple. Le sommet organique de son inflorescence est un peu excentrique, ses fleurs étant notablement moins nombreuses du côté qui regarde l'axe de la plante.

Mais le *Trifolium lupinaster*, qui fait l'objet de cette communication, est bien plus remarquable encore. Ses fleurs, au lieu d'être symétriquement réparties autour d'un axe central, constituent une inflorescence unilatérale. Ce Trèfle n'a pas, en effet, comme les autres, le pédoncule cylindrique; celui-ci est profondément déprimé sur la face antérieure; il est couronné d'un involucre membraneux denté, qui paraît unilatéral à la première vue, mais qui se prolonge tout autour de la base de l'inflorescence, dont il suit les sinuosités. Cet involucre, du côté externe, a la forme d'un fer à cheval, dont la courbure répond au sommet géométrique du pédoncule. C'est donc sur la face

antérieure de ce réceptacle que sont insérées les fleurs, qui sont pédicellées à l'état adulte.

Si l'on étudie l'évolution de cette inflorescence, on la trouve formant à l'aisselle des jeunes feuilles une sorte d'écaille, à l'extrémité supérieure de laquelle apparaissent les rudiments de l'involucre et ceux des premières fleurs. Celles-ci sont disposées de telle manière que la plus âgée et la plus avancée dans son accroissement est la terminale; les deux, qui sont immédiatement à côté d'elle, sont un peu moins développées; celles qui viennent ensuite à droite et à gauche, en suivant toujours, de haut en bas, le bord de l'écaille, sont d'autant moins avancées qu'elles sont placées plus bas sur le réceptacle. Pendant que cette première série périphérique de fleurs se forme, il en naît une deuxième immédiatement au-dessous d'elle et concentriquement. La première fleur de celle-ci est également la plus élevée de la série; les autres apparaissent successivement de chaque côté, et aussi de haut en bas. Avant que les dernières fleurs de la deuxième rangée soient visibles, les premières d'un troisième rang sont apparentes; elles naissent dans le même ordre que les fleurs des séries précédentes. Une quatrième et une cinquième rangée sont produites de la même manière; mais comme les premières fleurs d'une série naissent avant les dernières de quelques-unes des séries qui ont précédé, il en résulte un peu de confusion quand un grand nombre de fleurs existent déjà; et toujours on remarque que les dernières formées sont le plus bas placées sur le réceptacle.

Quand celui-ci est couvert de toutes ces jeunes fleurs, l'inflorescence ressemble à une calathide très fortement déprimée, qui aurait été coupée verticalement en deux parties égales. Elle représenterait une moitié de l'inflorescence du Figuier, si les fleurs de celle-ci n'offraient une disposition inverse de celle qui existe dans les capitules des Composées et du *Trifolium lupinaster*.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'épanouissement des fleurs du *Trifolium lupinaster* s'effectue dans le sens suivant lequel elles sont apparues; que ce sont, par conséquent, les plus élevées sur l'axe qui étendent les premières leurs jolis pétales roses: la première, puis ses deux collatérales et leurs deux voi-

sines,c'est-à-dire les premières de la série la plus externe, celles, enfin, qui sont au sommet géométrique de l'inflorescence, s'épanouissent d'abord; celles qui sont plus bas dans la même série s'ouvrent en même temps que les premières fleurs de la deuxième rangée. L'épanouissement s'étend ainsi progressivement de haut en bas d'un rang à l'autre, et de fleur en fleur dans chaque série, à mesure que l'on descend sur l'axe, ou plutôt à mesure que l'on s'approche de la base géométrique du réceptacle. Je dis géométrique parce que cette base apparente est en réalité le sommet organique de l'inflorescence; en sorte que cette dernière est indéfinie comme les capitules ou grappes contractées des autres Trèfles. Il y a donc ici une anomalie seulement dans la forme.

L'étude anatomique achèvera de mettre cette manière de voir en évidence.

Si l'on fait une coupe transversale du pédoncule canaliculé, on trouve que les faisceaux fibro-vasculaires y sont isolés les uns des autres et distribués autour d'un centre médullaire. Ceux qui sont situés près de la face interne du pédoncule sont notablement plus faibles que ceux de la face externe; ce sont aussi ces derniers principalement qui fournissent aux fleurs les vaisseaux qu'elles renferment. En effet, si l'on examine des coupes longitudinales, on voit les faisceaux de la face externe se prolonger dans l'involucre et dans les fleurs de la première série; mais auparavant ils émettent des ramifications qui se rendent dans les fleurs des séries subséquentes; et cette division s'opère de manière à produire, d'arrière en avant, des fascicules de différents degrés. Ces fascicules ou ramifications vasculaires du premier degré vont dans les fleurs de la deuxième série; leurs divisions se rendraient dans les fleurs de la troisième série, etc. Ainsi, ces fleurs reçoivent des ramifications des faisceaux primitifs d'un degré d'autant plus élevé qu'elles sont insérées plus bas sur l'axe. Les faisceaux de la face interne du pédoncule ne donnent de vaisseaux qu'aux fleurs les dernières développées. Il est donc bien évident que le sommet organique de l'inflorescence correspond à sa base géométrique.

Telle est la structure de l'inflorescence du *Trifolium lupinaster*, quand est simple; mais il arrive quelquefois qu'elle est

prolifère, c'est-à-dire que d'entre ses fleurs partent d'autres rameaux, dont le sommet est aussi revêtu de fleurs. Ces inflorescences partielles ont une structure et un développement identiques à ceux de l'inflorescence qui vient d'être décrite. Comme chez elle, le pédoncule est canaliculé sur la face interne, l'inflorescence est unilatérale, et les fleurs y naissent et s'épanouissent de haut en bas.

Chimie agricole. *Des phosphates naturels et de leur influence sur la fertilité des sols.* — M. J. Delanoüe fait la communication suivante pour compléter ce qu'il a dit dans une précédente séance sur le *phosphate* dont il a annoncé la découverte et dont un échantillon est mis par lui sous les yeux de la Société.

« L'École des mines et M. Dufrénoy en particulier avaient signalé l'existence de l'acide phosphorique dans certaines assises de la craie du Nord. M. Meugy avait publié de son côté divers renseignements à cet égard. J'ai voulu approfondir la question, et voici, en suivant l'ordre chronologique des terrains, le résultat de mes recherches :

« La craie glauconieuse, dite tuffeau de Touraine, ne m'a pas donné trace d'acide phosphorique.

» Le poudingue, dit *tourtia*, qui est l'assise crétacée la plus ancienne du département du Nord, et qui cependant appartient à la craie supérieure (sénonienne), contient non-seulement des coprolites de Reptiles, très riches en phosphates, mais encore jusqu'à 0,03 d'acide phosphorique dans sa pâte calcaire. Je n'ai fait que trois ou quatre analyses, mais sur des tourtias d'origines fort diverses (Tournay, Anzin, etc.). La craie verdâtre *sénonienne* du Nord, qu'il ne faut pas confondre avec la craie glauconieuse de Rouen et du Midi, quoiqu'elle soit comme elle remplie de glauconie, m'a donné une proportion d'acide phosphorique variable, mais qui s'est élevée jusqu'à 0,02 et 0,03. Une roche fort dure de cet étage, celle dont je présente un échantillon, m'a donné la quantité énorme de *quinze pour cent* d'acide phosphorique, combiné à du fer et à de la chaux; ce qui représente environ 0,33 de phosphates. Le résidu insoluble n'est que de 0,04 à 0,05 et le reste est du carbonate calcique. Cette couche a de $0^m,60$ à $1^m,20$ de puissance ; elle s'étend à plusieurs myriamètres de distance en

toutes directions. C'est là, peut-être, la plus grande accumulation connue d'acide phosphorique.

» La craie blanche (sénonienne supérieure) prise à Anzin et à Meudon ne m'a pas donné trace d'acide phosphorique.

» Les craies du Midi ne m'en ont pas encore présenté.

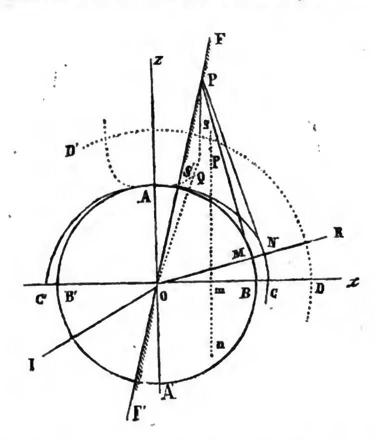
» Toutes les causes de la fertilité des sols ne sont pas encore bien connues, mais toutes les expériences faites démontrent l'heureuse influence des phosphates sur le développement de la végétation. S'il était vrai, comme je le pense, que l'acide phosphorique fût indispensable au développement des semences végétales et animales, son intervention dans les sols arables devrait jouer un des premiers rôles dans les cultures et surtout dans la production des céréales. Ne serait-ce pas l'absence de la chaux carbonatée et surtout phosphatée qui empêche la Campine, les Ardennes, la Bretagne, les Landes, la Sologne, etc., de produire, même avec d'abondantes fumures, des récoltes comparables à celles des autres contrées?... Et la fertilité de nos plaines du Nord n'est-elle pas due au phosphate que leur ont fourni le détritus de ces roches crétacées sous-jacentes où nous venons de signaler sa présence?... La question ne peut être résolue que par des analyses chimiques et des expériences agricoles faites avec soin sur une grande échelle et avec une longue persévérance. Jusqu'à présent, les chimistes se sont fort peu préoccupés de la présence des phosphates dans leurs analyses de terre; ils les indiquent bien rarement. Cependant, quand ils voudront bien les chercher, ils sont sûrs de les trouver dans tous les sols à céréales, puisque toutes les graines en contiennent plus ou moins et quelques-unes jusqu'à 50 p. 100 du poids de leurs cendres. Cet intéressant sujet mérite d'appeler l'attention des savants. Il y a là un beau et utile travail à faire, travail tout scientifique, qui devra nécessairement précéder et guider la pratique jusqu'ici fort empirique de nos agriculteurs. »

Séance du 21 octobre 1854.

OPTIQUE. — Au sujet d'une note de M. Billet récemment présentée à l'Académie des sciences (séance du 16 octobre 1854), M. Bravais communique à la Société le résultat de

recherches déjà anciennes sur les cas de non-bifurcation du rayon réfracté dans les cristaux à un axe.

Ce phénomène ne peut se produire que lorsque le plan d'incidence coïncide avec le plan de la section principale ; une figure plane tracée dans cette section suffit à son explication.



Le dessin ci-joint se rapporte au spath calcaire, et a été tracé d'après les constantes propres à ce cristal, et une construction bien connue due à Huyghens ; AOA′ est l'axe de ce cristal, AMB est la section de la sphère de rayon $OA = \frac{1}{l}$ par le plan d'incidence, ANC est la section de l'ellipsoïde de rayon équatorial $OC = \frac{1}{l'}$ et de demi-axe polaire $OA = \frac{1}{l}$.

Menons arbitrairement, dans le quadrant AOB, le rayon réfracté OMNR, faisant un angle a avec l'axe OA ; menons par les points de rencontre M et N les deux tangentes MP, NP se coupant en P; joignons O, P, et traçons la ligne FOF′ ; cette ligne sera l'intersection du plan de la figure avec la face par laquelle le rayon OI, d'incidence I, pénètre dans le cristal, pourvu toutefois que la condition

$$OP = \frac{1}{\sin I},$$

puisse être satisfaite.

En faisant varier le rayon vecteur OR, c'est-à-dire l'angle a, le point P se déplace et décrit le lieu géométrique PSQA. Pour trouver l'équation de ce lieu, je prends OB pour axe des x, OA pour axe des z ; les équations des deux tangentes sont

$$lx \sin a + lz \cos a = 1,$$

$$l'^2 x \cos a + l^2 z \sin a = \sqrt{l'^2 \sin^2 a + l^2 \cos^2 a};$$

l'élimination de a donne

$$\frac{1}{x^2} = l^2 + l'^2 + 2\,ll' \sqrt{\frac{l^2 z^2}{l^2 z^2 - 1}};$$

c'est l'équation du lieu AQSP.

Pour $x = o$, on a $z = \frac{1}{l} = OA$, limite inférieure des valeurs que peut prendre z, pour que le radical ne soit pas imaginaire : A est donc un point de la courbe. Pour un point infiniment voisin de A, on a très sensiblement,

$$\frac{1}{x^2} = \frac{2\,ll'}{\sqrt{l^2 z^2 - 1}};$$

renversant, élevant au carré, et différentiant, on trouve qu'on a $\frac{dz}{dx} = o$, au point A. La courbe PSQA est donc tangente en A à la sphère et à l'ellipse.

A mesure que z augmente, à partir de la valeur $z = \frac{1}{l}$, $\frac{l^2 z^2}{l^2 z^2 - 1}$ se rapproche de l'unité, $\frac{1}{x^2}$ diminue et x augmente.

Pour $z = x$, on trouve $x = \frac{1}{l + l'}$. Si donc on prend Om $= \frac{1}{l + l'}$, la ligne nmp parallèle à l'axe des z sera l'asymptote de la courbe AQSP.

Soit maintenant A l'angle AOP $=$ arc $\left(\cot = \dfrac{z}{x}\right)$: on demande la valeur maximum AOQ $= A_o$ de l'angle variable A. Cherchons le minimum de $\dfrac{z}{x}$, c'est-à-dire de

$$\left\{ l^2 + l'^2 + 2ll' \sqrt{\frac{l^2z^2}{l^2z^2-1}} \right\} z^2.$$

Remplaçons $\dfrac{l^2 z^2}{l^2 z^2 - 1}$ par u^2, $l^2 z^2$ par $\dfrac{u^2}{u^2-1}$, et écrivons

$$d\,\frac{(l^2 + l'^2 + 2ll'u)u^2}{u^2 - 1} = o\,;$$

nous trouverons

$$u^3 - 3u - \frac{l^2 + l'^2}{ll'} = o,$$

équation qui fournit une seule racine positive

$$u = \left(\frac{l'}{l}\right)^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{l}{l'}\right)^{\frac{1}{2}},$$

fonction symétrique de l et de l'.

Pour éviter les exposants fractionnaires, remplaçons $l^{\frac{1}{3}}$ par λ, $l'^{\frac{1}{3}}$ par λ' ; nommons x_o, z_o les coordonnées du point de tangence Q correspondant à la valeur maximum de A ; nous avons

$$u = \frac{\lambda^2 + \lambda'^2}{\lambda\lambda'},$$

$$l^2 z_o^2 = \frac{(\lambda^2 + \lambda'^2)^2}{\lambda^4 + \lambda^2\lambda'^2 + \lambda'^4},$$

$$\frac{1}{x_o^2} = (\lambda^2 + \lambda'^2)(\lambda^4 + \lambda^2\lambda'^2 + \lambda'^4),$$

$$l^2 \cot^2 A_o = \frac{l^2 z_o^2}{x_o^2} = (\lambda^2 + \lambda'^2)^3,$$

$$l^{\frac{2}{3}} \cot^{\frac{2}{3}} A_o = \lambda^2 + \lambda'^2 = l^{\frac{2}{3}} + l'^{\frac{2}{3}},$$

$$\cot^{\frac{2}{3}} A_o = 1 + \left(\frac{l'}{l}\right)^{\frac{2}{3}} = u\left(\frac{l'}{l}\right)^{\frac{1}{3}}.$$

On trouve de même

$$x_0^2 + z_0^2 = \frac{1}{l^2}(1 + \text{tang}^{\frac{2}{3}} A_0),$$

$$OQ = \frac{1}{l}\sqrt{1 + \text{tang}^{\frac{2}{3}} A_0}.$$

Pour le spath, $x_0 = 0,263$, $z_0 = 0,698$, $AOQ = 20°38'$,
$x_0^2 + z_0^2 = 0,5564$, $OQ = 0,7457$.

Comme OQ est moindre que 1, il ne correspond aucune solution physique réelle à cette position du rayon vecteur : $OQ = \frac{1}{\sin I}$ donne pour I une valeur imaginaire.

Maintenant, du centre O, avec un rayon égal à 1, décrivons la circonférence DSD′ ; le cercle DSD′ contiendra toujours dans son intérieur le cercle et l'ellipse de la construction d'Huyghens, puisque $\frac{1}{l} < 1$, $\frac{1}{l'} < 1$. Ainsi la partie pointillée AQS de notre lieu géométrique n'est point apte à fournir une solution réelle, au point de vue de l'optique. La portion SPP′ est la seule qui puisse donner ces solutions réelles ; là seulement la distance OP devient plus grande que l'unité.

Dans le cas du spath, cette portion étant seule efficace, il ne peut jamais correspondre, à une face capable de produire le phénomène de la non-bifurcation, qu'une seule position du rayon incident.

Cherchons la condition générale pour que le point Q tombe dans la partie SPP′ du lieu géométrique ; nous écrirons

$$x_0^2 + z_0^2 > 1$$

$$\text{tang}^{\frac{2}{3}} A_0 > l^2 - 1.$$

C'est la condition cherchée. Par exemple, si l'on suppose S transporté en S′, il y aura deux solutions, toutes les fois que le rayon vecteur OP traversera l'arc QS′.

Si l'on a $\text{tang}^{\frac{2}{3}} A_0 = l^2 - 1$, le point Q et le point S coïncident : ce cas particulier forme la limite entre le cas de la simple solution, et celui de la double solution.

Si l'on a $\tang^{\frac{2}{3}} A_0 < l^2 - 1$, une seule solution a lieu; c'est le cas du spath : on a, pour ce cristal,

$$\left.\begin{array}{r} \tang^{\frac{2}{3}} A_0 = 0,522, \\ \cot^{\frac{2}{3}} A_0 = 1,917, \end{array}\right\} l^2 - 1 = 1,737.$$

La condition de double solution implique que l'on ait

$$\cot^{\frac{2}{3}} A_0', \text{ ou } 1 + \left(\frac{l'}{l}\right)^{\frac{2}{3}} < \frac{1}{l^2-1},$$

$$l^{\frac{2}{3}} \frac{2-l^2}{l^2-1} > l'^{\frac{2}{3}},$$

et par conséquent suppose aussi que l'on ait

$$l^{\frac{2}{3}} (2 - l^2) > l^2 - 1,$$

ou ce qui revient au même

$$\lambda^6 < \frac{2\lambda^2 + 1}{\lambda^2 + 1};$$

cette inégalité ne peut avoir lieu que si λ^2 est compris entre 1 et 1,1537, et par conséquent l entre 1 et 1,238.

Donc, le cas de la *double solution* n'existe, d'une manière directe, dans aucun cristal connu, et ne pourrait être obtenu artificiellement que par une superposition de liquide à la face d'entrée du rayon.

Dans le spath calcaire, on a

$$\text{Pour } I = 90°,\ x^2 + z^2 = 1,\ A = 17°\,32';$$
$$\text{Pour } I = 45°,\ x^2 + z^2 = 2,\ A = 13°\,19'.$$

Suite de la séance du 8 juillet, et séance du 21 octobre 1854.

MÉCANIQUE. *Résistance des solides.* — M. de Saint-Venant a entretenu la Société, dans ces deux séances, de l'établissement des conditions générales de résistance des solides à la rupture éloignée, et, en particulier, de la détermination des dimensions à donner aux prismes pour les rendre capables de résister *à une flexion et à une torsion simultanées.*

1. Imaginons, dit-il, dans l'état naturel ou primitif du corps qu'on considère, trois petites lignes matérielles respectivement parallèles aux coordonnées rectangulaires x, y, z et se croisant

en un point M pris à son intérieur. Les déplacements relatifs des molécules du corps, causés par l'action de forces extérieures qu'on vient à lui appliquer, changeront généralement les longueurs et les inclinaisons mutuelles de ces lignes. Soient d', d'', d''' les proportions, supposées très petites, dont elles se sont allongées (positivement ou négativement), ou ce qu'on appelle *les trois dilatations*, au point M, *dans les sens* x, y, z*;* et soient g', g'', g''' *les trois glissements dans les sens* yz, zx, xy, c'est-à-dire les quantités très petites dont se sont rétrécis les angles primitivement droits yMz, zMx, xMy des mêmes petites lignes. Ces six quantités, que la théorie mathématique de l'élasticité apprend à calculer, au moins dans un certain nombre de cas, en fonction des forces extérieures agissant sur le solide, détermineront complétement le mode de déformation du corps autour du point M : en sorte que si r est est une quatrième petite ligne, menée par ce point dans une direction quelconque, faisant primitivement avec les x, y, z des angles α, β, γ, l'on a pour exprimer sa dilatation d, la proportion ou positive ou négative dont elle s'est allongée,

$$\text{(a)}\quad d = d'\cos^2\alpha + d''\cos^2\beta + d'''\cos^2\gamma + g'\cos\beta\cos\gamma + g''\cos\gamma\cos\alpha + g'''\cos\alpha\cos\beta.$$

La condition pour que le corps ne rompe pas, ou que sa contexture ne subisse pas un commencement d'altération susceptible de s'accroître et de conduire finalement à une désagrégation de ses parties, est que, nulle part, la petite dilatation d n'excède une certaine limite, qui est un nombre constant lorsque le corps est non-seulement *homogène* ou de même nature partout, mais encore *isotrope* ou d'égale élasticité et d'égale cohésion en tous sens ; mais qui peut varier avec la direction r ou avec les angles α, β, γ lorsque, comme nous le supposons, le corps n'est qu'homogène sans être isotrope.

Faute d'expériences qui fassent connaître le mode de variation de la limite d_1 des dilatations d avec les angles α, β, γ, nous pouvons approximativement la supposer astreinte à cette loi ellipsoïdale des moments d'inertie qui se présente si souvent en géométrie et en physique comme l'expression simple d'une continuité régulière en trois dimensions, et à laquelle l'expression (a) prouve que sont déjà soumises les dilatations effectives d.

Nous poserons donc, en appelant d'_1, d''_1, d'''_1, les valeurs de la limite d_1 dans les sens des axes coordonnés x, y, z, que nous supposons avoir été pris parallèles à ceux de l'ellipsoïde *de contexture* du corps (en sorte que yz, zx, xy seront ses trois plans de symétrie ou *plans principaux d'élasticité* (1) lorsque sa matière en offrira) :

$$\text{(b)} \qquad d = d'_1 \cos^2\alpha + d''_1 \cos^2 6 + d'''_1 \cos^2\gamma.$$

La condition générale de non-rupture sera que l'on ait, partout et dans toutes les directions,

$$d_1 = \text{ou} > d$$

ou

$$\text{(c)} \qquad 1 = \text{ou} > \text{maximum } \frac{d}{d_1}.$$

Cherchons d'abord ce maximum pour les diverses directions qui se croisent en un même point quelconque. Il faut, dans la condition de maximum

$$\text{(d)} \qquad d.\frac{d}{d_1} = 0 \text{ ou } d_1\, d\,d - d.\, d.\, d_1 = 0,$$

mettre pour d et d_1 leurs valeurs (a) et (b), et effectuer les différentiations par rapport à $\cos\alpha$, $\cos 6$, $\cos\gamma$ considérées comme trois variables que l'on peut représenter par trois simples lettres a, b, c ; puis, éliminer une de leurs différentielles au moyen de leur relation $a^2 + b^2 + c^2 = 1$, d'où $ada + bdb + cdc = 0$, et égaler séparément à zéro les polynomes qui affectent les deux différentielles restantes.

On obtient ainsi, entre d, d_1, $\cos\alpha$, $\cos 6$, $\cos\gamma$, deux équations qui, jointes à celles (a) et (b) et à $\cos^2\alpha + \cos^2 6 + \cos^2\gamma = 1$, peuvent servir à déterminer ces cinq quantités. On en élimine très simplement les trois cosinus en se servant d'un artifice analogue à celui dont on fait usage pour déterminer les trois axes d'un ellipsoïde dont l'équation est donnée par rapport à des coordonnées rectangulaires qui ne sont pas parallèles à ces axes (2) ; et l'on obtient, pour déterminer le rapport maximum

(1) Académie des sciences de Paris. séance du 20 février 1854. Sur la torsion, par M. Cauchy.

(2) Exercices de math. de M. Cauchy, tom. 2 et 3.

$\frac{d}{d_1}$ relatif à un seul point quelconque du corps, cette équation :

$$\text{(e)}\quad \left(\frac{d}{d_1}-\frac{d'}{d'_1}\right)\left(\frac{d}{d_1}-\frac{d''}{d''_1}\right)\left(\frac{d}{d_1}-\frac{d'''}{d'''_1}\right)-\frac{g'^2}{g_1'^2}\left(\frac{d}{d_1}-\frac{d'}{d'_1}\right)-\frac{g''^2}{g''^2_1}\left(\frac{d}{d_1}-\frac{d''}{d''_1}\right)-\frac{g'''^2}{g'''^2_1}\left(\frac{d}{d_1}-\frac{d'''}{d'''_1}\right)-2\frac{g'g''g'''}{g'_1g''_1g'''_1}=0$$

dans laquelle on a

$$\text{(f)}\quad g'_1=2\sqrt{d''_1d'''_1},\ g''_1=2\sqrt{d'''_1d'_1},\ g'''_1=2\sqrt{d'_1d''_1}.$$

Il faut, pour exprimer la condition de juste résistance, tirer $\frac{d}{d_1}$ de cette équation, puis chercher quel est le point du corps (point appelé *dangereux* par M. Poncelet) pour lequel le rapport ainsi trouvé, et qui n'est encore maximum que quant à la direction, a une valeur plus grande qu'en tout autre point, et exprimer que cette plus grande valeur de $\frac{d}{d_1}$ est égale à l'unité.

2. Ce procédé, qui, dans le cas le plus général, ne peut être pratiqué qu'au moyen d'un long tâtonnement numérique, se simplifie dans plusieurs cas particuliers fort étendus, qui sont ceux qu'offrent le plus fréquemment les applications.

1º Lorsque le corps a, en chaque point, un *axe d'élasticité* parallèle à une même direction (1), c'est-à-dire lorsque sa contexture est la même dans tous les sens perpendiculaires aux x par exemple, on a $d''_1=d'''_1$; et, s'il a une forme prismatique, ou seulement une forme allongée dans le sens x, et si ses faces latérales ne supportent que la pression atmosphérique qu'on néglige, on a aussi $g'=0$, $d''=d'''=-\varepsilon d'$, ε étant une fraction plus petite que $\frac{1}{2}$. L'équation se réduit, en faisant $\sqrt{g'^2+g''^2}=g$, et $g''_1=g'''_1=g_1$, à

$$\text{(g)}\quad \left(\frac{d}{d_1}-\frac{d'}{d'_1}\right)\left(\frac{d}{d_1}+\varepsilon\frac{d'}{d''_1}\right)=\frac{g^2}{g^2_1}.$$

D'où l'on tire, en faisant $\varepsilon\frac{d''_1}{d'_1}=\varepsilon_1$,

(1) Ac. des sc. de Paris, séance du 20 février 1854.

$$(h) \quad \frac{d}{d_1} = \frac{1-\varepsilon_1}{2} \cdot \frac{d'}{d'_1} + \sqrt{\left(\frac{1+\varepsilon_1}{2}\frac{d'}{d'_1}\right)^2 + \left(\frac{g}{g_1}\right)^2}.$$

Des deux constantes d'_1, g_1, la première est, avons-nous dit, *la limite à imposer à la dilatation dans le sens x* ou le sens longitudinal du prisme. La seconde, g_1, représente évidemment *la limite à imposer au plus grand glissement transversal* g ; car si l'on avait $d'=0$, ou des glissements sans dilatation dans les sens x, y, z, l'équation (g) se réduirait à $\frac{d^2}{d_1^2} = \frac{g^2}{g_1^2}$, d'où $1 =$ ou $> \frac{g}{g_1}$ pour condition de résistance.

Or, on représente généralement ainsi ces deux constantes

$$(i) \qquad d'_1 = \frac{R}{E}, \; g_1 = \frac{T}{G}$$

E étant *le coefficient d'élasticité* dit *d'extension longitudinale*, G *le coefficient d'élasticité de glissement transversal*, ou le nombre qui, multiplié par le glissement, donne l'effort nécessaire pour le produire ou pour incliner toutes les fibres du petit angle qui le mesure sur l'unité superficielle de la section qui leur était perpendiculaire ; et R, T étant les efforts capables de produire la dilatation limite d'_1 et le glissement limite g_1.

L'on a donc, en substituant, cette condition de résistance

$$(j) \quad 1 = \text{maxim. de} \frac{1-\varepsilon_1}{2} \cdot \frac{Ed'}{R} + \sqrt{\left(\frac{1+\varepsilon_1}{2} \cdot \frac{Ed'}{R}\right)^2 + \left(\frac{Gg}{T}\right)^2},$$

expression dans laquelle on fera (d'après ce qu'on a vu dans une précédente note)

$$(k) \qquad Ed' = \frac{P}{\omega} + M\left(\frac{\cos\alpha}{I}z + \frac{\sin\alpha}{I'}y\right);$$

ω étant l'aire de la section transversale ;

I et I′ ses moments d'inertie autour de ses deux axes principaux, parallèlement auxquels on prend les coordonnées y et z ;

P étant la somme des forces qui tirent longitudinalement le prisme ;

M le moment total tendant à fléchir ;

α l'angle du plan de ce moment avec les z ;

Et l'on exprimera de même Gg, suivant chaque cas, au moyen des forces transversales ainsi que du *moment de torsion*, qui produisent les glissements g.

2° Lorsque le corps, sans avoir d'axe d'élasticité, est un prisme rectangle dont les faces sont parallèles à trois plans principaux d'élasticité de sa matière. En effet, alors, les faces latérales n'éprouvant toujours que la pression atmosphérique, on aura $g'=0$, $g'''=0$ sur celles parallèles aux y, et $g'=0$, $g''=0$ sur celles parallèles aux z ; et lorsque le prisme est sollicité de manière que le point dangereux ne puisse se trouver que sur les unes ou les autres, l'équation générale (e) du 3e degré se réduira, pour ce point, au second degré ou à la forme (g), d'où l'on tirera l'équation de résistance (j) en mettant $\frac{g'''}{g_1'''}$ au lieu de $\frac{g}{g_1}=\frac{Gg}{T}$, s'il doit être sur une des faces parallèles aux y, et, s'il doit être sur une des faces parallèles aux z, $\frac{g''}{g''_1}$ au lieu de $\frac{g}{g_1}$, et, pour ε_1, un nombre un peu différent ε'_1.

Au reste, cette formule de résistance (j) peut être démontrée *à priori*, au moins dans le cas d'isotropie, d'une manière fort simple.

Et comme le calcul prouve que, sans changer beaucoup les résultats, on peut faire varier le nombre ε_1 entre ses limites extrêmes 0 et $\frac{1}{2}$, ou au moins entre celles 0,15 et 0,4 qu'il ne saurait guère dépasser, l'on peut, pour les applications, adopter

$$(l) \qquad \varepsilon_1=\frac{1}{4}, \text{ d'où } \frac{1-\varepsilon_1}{2}=\frac{3}{8}, \frac{1+\varepsilon_1}{2}=\frac{5}{8},$$

qui est en rapport avec divers résultats auxquels sont arrivés les auteurs de la théorie de l'équilibre intérieur des corps élastiques.

3. Voici maintenant diverses conséquences pratiques que l'on tire de cette formule (j).

1° Lorsqu'un *rivet* ou petit boulon unissant, par exemple, deux feuilles de forte tôle, est soumis, en même temps, à une tension longitudinale qui exigerait, seule, qu'on lui donnât une section ω' pour y résister, et à un effort transversal de *cisaillement* exigeant, s'il était seul, qu'on donnât une section d'une superficie ω'', l'on a, pour déterminer la section ω qui le rendra capable de résister à la fois à cet effort longitudinal et à cet effort transversal, l'expression

$$\omega = \frac{3}{8}\omega' + \sqrt{\left(\frac{5}{8}\omega'\right)^2 + \omega''^2}$$

(Voir le 3° pour le calcul numérique.)

2° Lorsqu'un prisme rectangulaire très court est posé sur deux appuis et pressé perpendiculairement au milieu, ou lorsque, étant sollicité transversalement à un bout, il est serré et scellé à l'autre de manière que sa *section d'encastrement* soit contrainte de rester plane (ou empêchée de s'infléchir en doucine, comme on a vu au n° 1069 de *l'Institut*, 26 juin 1854, p. 221), si l'on appelle b et c la largeur et l'épaisseur à lui donner, b' et c' les valeurs qu'on leur attribuerait si l'on tenait compte seulement de l'effet de flexion, b'' et c'' celles qu'il faudrait prendre si l'on ne tenait compte que de l'effet de glissement transversal ou de la tendance à rupture par cisaillement, l'on a

$$\text{(m)} \qquad 1 = \frac{3}{8}\frac{b'c'^2}{bc^2} + \sqrt{\left(\frac{5}{8}\frac{b'c'^2}{bc^2}\right)^2 + \left(\frac{b''c''}{bc}\right)^2};$$

d'où l'on tire pour la largeur

$$\text{(n)} \quad b = \frac{3}{8}b' + \sqrt{\left(\frac{5}{8}b'\right)^2 + b''^2};$$ si l'on s'est donné arbitrairement l'épaisseur c ; et

$$\text{(o)} \qquad c^2 = \frac{3}{8}c'^2 + \frac{1}{2}c''^2 + \sqrt{\left(\frac{3}{8}c'^2 + \frac{1}{2}c''^2\right)^2 + \left(\frac{c'^2}{2}\right)^2},$$

si l'on s'est donné arbitrairement la largeur b.

Il en résulte, dans le premier cas, $b = 1{,}554b'$ lorsque $b' = b'''$ et, dans le second, $c^2 = 1{,}883\,c'^2$ lorsque $c'^2 = c''^2$, c'est-à-dire lorsque la flexion et le glissement ont le même degré d'influence. On voit que leurs effets se composent de manière

à exiger des dimensions plus fortes que s'ils avaient lieu isolément.

3° Lorsqu'un cylindre à base circulaire est soumis à la fois à un effort qui tend à le fléchir et à un effort qui tend à le tordre (comme un arbre de machine sollicité par deux engrenages et deux courroies), si l'on appelle D′ et D″ les diamètres, préalablement et facilement calculés, qu'on lui donnerait s'il n'était soumis qu'à l'effort de flexion, et s'il n'était soumis qu'à l'effort de torsion, et D celui qui doit le rendre capable de résister à ces deux efforts simultanés, il faudra prendre

$$(p) \qquad D^3 = \frac{3}{8} D'^3 + \sqrt{\left(\frac{5}{8} D'^3\right)^2 + (D''^3)^2}.$$

D'où l'on tire que,

$$\text{si } \frac{D''^3}{D'^3} = \tfrac{1}{2} \quad ; \; 0{,}7072 \; ; \; 1 \quad ; \; 1{,}4142 \; ; \; 2 \quad ;$$

$$\text{on a } \frac{D^3}{D'^3} = 1{,}175 \; ; \; 1{,}319 \; ; \; 1{,}554 \; ;$$

$$\frac{D^3}{D''^3} = \qquad 1{,}554 \; ; \; 1{,}358 \; ; \; 1{,}235.$$

On aurait aussi, en appelant Px le moment qui fait fléchir, variable d'une section à l'autre, Pk le moment constant qui fait tordre, l'équation

$$(q) \qquad R \frac{\pi D^3}{32} = P \left(\frac{3}{8} x + \frac{5}{8} \sqrt{x^2 + k^2} \right),$$

pour calculer le diamètre variable D qu'il faudrait donner à une pièce ayant partout une section circulaire, si l'on voulait qu'elle fût *d'égale résistance* sous cette double action.

4° Si b, c sont les dimensions transversales à donner à un prisme rectangulaire à la fois fléchi et tordu, la sollicitation à fléchir ayant lieu *à plat* ou dans un sens parallèle à son petit côté c, et si, b', c' et b'', c'' sont les valeurs qu'on leur donnerait si le prisme était seulement fléchi, ou seulement tordu, l'on a

$$(r) \quad bc^2 = \frac{3}{8} b' c'^2 + \sqrt{\left(\frac{5}{8} b' c'^2\right)^2 + (b'' c''^2)^2},$$

et le point dangereux est nécessairement au milieu des grand côtés b.

Mais on n'a plus cette même relation si le prisme rectangle est sollicité *de champ* ou si le plan du moment qui tend à fléchir est parallèle aux grands côtés b. Alors le point dangereux se trouve tantôt au milieu du petit côté c, tantôt sur l'un des grands côtés entre le milieu et l'un des angles.

Et, quand le plan n'est parallèle ni à b ni à c, ce point prend diverses autres positions, soit sur les côtés b, soit sur les côtés c, suivant les grandeurs de $\frac{b}{c}$, de $\frac{b'' c''^2}{b' c'^2}$ et de l'angle α que le plan de sollicitation fait avec c.

L'auteur donnera, ailleurs, un tableau des grandeurs des rapports $\frac{bc^2}{b' c'^2}$, $\frac{bc^2}{b'' c''^2}$ pour ces diverses données : elles sont généralement un peu moindres que celles fournies par la formule (r) relative au cas où le prisme est sollicité à plat; mais elles prouvent toujours que les dimensions à donner au prisme excèdent sensiblement les plus fortes de celles qu'on lui donnerait en le supposant alternativement soumis à la seule flexion et soumis à la seule torsion.

Séance du 25 novembre 1854.

ZOOLOGIE. *Reptiles.* — A propos d'un mémoire qu'il vient de publier sous le titre d'*Essai d'application à la classe des Reptiles d'une distribution par séries parallèles*, M. Auguste Duméril présente les considérations suivantes pour faire ressortir les avantages de cette distribution.

Le sens général de cet Essai est indiqué par cette épigraphe empruntée à l'*Hist. nat. des règnes organ.* que fait paraître en ce moment M. Is. Geoffroy Saint-Hilaire : « Que devons-nous entendre par séries parallèles? Des suites semblablement ordonnées de termes respectivement analogues, par conséquent semblablement croissantes ou décroissantes ». C'est évidemment la définition la plus nette que l'on puisse donner de cette méthode de classification, qui paraît être l'expression sinon rigoureuse, du moins la plus rapprochée des affinités naturelles des animaux.

Son résultat essentiel est de rapprocher ou plutôt de mettre en regard pour deux divisions, ou pour un plus grand nombre, les subdivisions qui se ressemblent le plus entre elles.

Si deux séries, par exemple, se composent, l'une des termes *a*, *b*, *c*, et l'autre des termes *a'*, *b'*, *c'*, n'est-il pas évident, en raison même de l'analogie de ces termes, qui diffèrent uniquement par le signe ajouté à la seconde série, que, dans cette dernière, c'est *a'* qui est particulièrement en correspondance avec *a*, *b'* avec *b*, et ainsi de suite. C'est donc présenter d'une façon incomplète cette succession de rapports, que d'énumérer d'abord la série *a*, *b*, *c*, puis la série *a'*, *b'*, *c'*. On pare à cet inconvénient, et les affinités sont bien mieux signalées, quand on dispose ces séries sur deux rangs parallèles.

Au contraire, lorsqu'on se borne à la méthode sériale ordinaire et continue, même la plus perfectionnée, celle qui trouble le moins possible les vrais rapports, il faut souvent, à la suite d'un groupe, en placer un autre qui, par ses premiers anneaux, ne paraît pas se rattacher au précédent d'une façon très intime. Des tentatives faites par les zoologistes pour les Mammifères et les Oiseaux et pour certaines classes des animaux invertébrés montrent les résultats qu'on peut attendre de cette nouvelle manière d'envisager les rapports naturels des animaux entre eux.

Quelques exemples choisis parmi les Reptiles donnent la preuve qu'on peut parvenir à exprimer bien plus nettement leurs rapports mutuels quand on fait à ces animaux l'application des principes qui ont dirigé différents classificateurs dans leurs essais sur d'autres groupes. Ainsi, les Sauriens compris dans les deux familles des Chalcidiens et des Scincoïdiens nous en fournissent un exemple. Outre les genres à membres bien conformés, elles en comprennent, vers leur fin, un certain nombre d'autres caractérisés par une dégradation successive des pattes, qui, même chez les derniers, disparaissent complétement, comme on le voit chez les Ophisaures d'une part et chez les Orvets de l'autre. Or, ce n'est pas suffisamment tenir compte des véritables affinités de ces différents Lézards, que de placer l'une à la suite de l'autre les deux familles auxquelles ils appartiennent. Il serait donc convenable, en raison de ces analogies, de les disposer sur deux rangs parallèles, ce qui permettrait de grouper en correspon-

dance parfaite, sur chacune des deux échelles, les espèces offrant entre elles le plus d'analogie.

D'autres exemples de l'utilité de cet arrangement méthodique peuvent être tirés de l'ordre des Ophidiens. Leur classification d'après la disposition et la structure du système dentaire, et telle qu'elle est proposée dans l'*Erpétologie générale* de MM. Duméril et Bibron, montre les vrais rapports généraux des groupes entre eux. Ils s'y trouvent ordonnés en une série linéaire continue. Considérée dans son ensemble, cette distribution est très naturelle. Pour plusieurs groupes, cependant, elle doit être modifiée de manière à ce que certaines analogies importantes, qui y sont forcément un peu négligées, soient mises plus en relief. A l'appui de cette assertion il suffira de citer ici les deux faits suivants :

Les Éryx et les Boas, qu'il est convenable de réunir en une famille sous le nom d'Aprotérodontiens, puisqu'ils manquent de dents en avant, à l'os inter-maxillaire, se trouvent, par cela même, nécessairement éloignés des Rouleaux et des Pythons ou Holodontiens, chez lesquels on voit ces dents. Malgré cette différence et d'autres qui se remarquent dans certains caractères extérieurs, on observe dans ces deux familles la même conformation générale, les mêmes particularités dans la taille et dans le genre de vie. A laquelle faudra-t-il assigner le premier rang ? En renonçant à cet ordre hiérarchique absolu, souvent difficile à suivre, comme on en a la preuve ici, et en ayant recours à l'arrangement parallélique, tout embarras disparaît, car les affinités de ces deux familles sont alors bien mieux conservées. Il est donc préférable de placer en regard : A les Holodontiens, A' les Aprotérodontiens, et, sur des échelons correspondants de cette double série, les Tribus *a* des Tortricides, *a'* des Érycides, *b* des Pythonides, *b'* des Boæides.

Pour d'autres familles de Serpents le parallélisme peut être poussé plus loin et s'appliquer à la plupart des genres. Telles sont les deux dernières parmi les Couleuvres et dont les dents les plus reculées de la mâchoire supérieure dépassent beaucoup en longueur celles qui les précèdent. Chez les unes, ces grandes dents continuent, sans interruption, la série sus-maxillaire : ce sont des Syncrantériens, Dum. Bib. Chez les autres, il reste un

espace vide au devant de ces longs crochets, comme l'indique le nom de Diacrantériens, Dum. Bib. Les mêmes formes et la même habitude générale, avec des modifications secondaires, se retrouvant dans chacune de ces familles, les genres homologues ou correspondants ne sont vraiment pas disposés selon leurs affinités réelles s'ils ne sont placés en regard dans l'une et dans l'autre. On a ainsi l'avantage, tout en conservant à ces familles le rang qui leur appartient parmi les Couleuvres, de rapprocher entre elles : 1° les espèces arboricoles ; 2° celles qui vivent dans les lieux humides ou dans les petits cours d'eau ; 3° les Couleuvres essentiellement terrestres ; 4° enfin celles dont la conformation du museau indique des mœurs d'animaux fouisseurs.

Cette méthode de classification parallélique peut-être utilement employée pour les Batraciens Anoures. Elle permet de ne négliger aucune des nombreuses analogies qui établissent des liens si remarquables entre les deux grandes familles des Grenouilles et des Rainettes, dont la différence essentielle réside dans la conformation de l'extrémité libre des doigts. Ce caractère, tout important qu'il est, en raison des modifications du genre de vie qui en sont la conséquence, n'établit d'ailleurs aucune supériorité ou infériorité réelle de l'une de ces familles relativement à l'autre. On se rapproche donc bien plus de l'ordre naturel en les plaçant sur deux rangs parallèles où l'on trouve un grand nombre de degrés correspondants.

Enfin, c'est entre les deux grandes divisions de la famille des Sauriens Iguaniens établies d'après le mode d'insertion des dents sur les mâchoires et nommées, à cause de la différence qui s'y remarque, Pleurodontes et Acrodontes, Dum.Bib., que le parallélisme des subdivisions est le plus évident, car ces deux tribus comprennent plusieurs genres qui se correspondent très exactement.

Il était donc possible, comme on vient de le voir, de tenter une application à la classe des Reptiles d'une distribution par séries parallèles.

Séance du 29 *décembre* 1854.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. *Traction.* — M. O. Blatin donne la théorie et la description d'un appareil qu'il nomme *arcanseur*, et

qui a pour but de soulager, dans leur travail, les moteurs animés, homme ou cheval, qui traînent de lourdes charges, avec des véhicules à deux roues.

L'arcanseur ne crée pas de la force, mais il permet d'employer plus utilement celle qui est trop souvent dépensée en pure perte. Il est disposé de manière à *caler* solidement les roues, tout en les laissant libres de se mouvoir dans le sens de la progression. Cette fonction est exécutée spontanément par un sabot suspendu à l'extrémité d'un bras inextensible, dont l'autre extrémité s'articule, à l'aide d'un boulon, avec le limon de la voiture, au-dessus du heurtoir ou embase de la fusée de l'essieu. Quand l'arcanseur fonctionne, le brancard, qui n'était auparavant qu'un organe de traction, agit à la manière d'un levier coudé, à bras inégaux, d'une grande puissance. Si l'on imprime à ce levier inter-fixe une impulsion latérale, de gauche à droite, par exemple, la roue droite pivotera, sans pouvoir reculer, tandis que l'autre sera portée en avant, en décrivant sur le terrain un arc de cercle. Elle *arcansera*, selon l'expression pittoresque du charretier.—Si l'impulsion vient au contraire de droite à gauche, la roue gauche à son tour servira de pivot, et la droite avancera, traçant un cercle en sens inverse du premier.

Le cheval, en *épaulant*, produit instinctivement ce mouvement du brancard, pour vaincre une résistance que la traction directe n'a pu surmonter.

L'homme attelé peut utiliser l'arcanseur soit par des impulsions latérales, soit par l'élévation et l'abaissement successifs du timon ou du brancard de sa voiture. Au moment où celui-ci se rapproche du sol, les roues saisies par les sabots de l'appareil sont énergiquement saisies, entraînées en avant.

L'arcanseur qui *facilite la progression* peut également *aider au recul.* Dans ce cas, les sabots agissent sur la partie antérieure du cercle de la roue. Il se transforme aussi, avec l'addition d'un moulinet, mis en mouvement par une bascule à puissant effet, en un enrayage énergique et progressif, et porte alors le nom d'*arcanseur frein.* M. Orad Blatin fait remarquer qu'il n'entre dans ces appareils aucun organe cher, fragile ou d'une exécution difficile. Il s'est attaché à leur donner un caractère de simplicité d'action et de manœuvre tel que la routine ou la paresse ne puisse

être un obstacle à leur propagation. Sans quitter son cheval, le conducteur obtient à volonté, par le déplacement de sa bascule, quatre effets différents : *Il enraye à la descente, — il dégage les roues, et les rend libres de tourner en avant ou en arrière, pour la marche ou le recul ordinaire ;* — enfin, pour ARCANSER, *il leur laisse la facilité de tourner dans un sens, en les immobilisant dans le sens opposé, et facilite ainsi, suivant le besoin, ou la progression ou le recul,* malgré les obstacles résultant de l'excès de la charge, de la dépression du terrain ou de l'inclinaison de la voie.

De petits modèles adaptés à un tombereau, une charrette et un binard sont mis sous les yeux des membres de la Société, de même qu'un dessin géométrique démonstratif du principe de l'appareil.

— M. Robert communique plusieurs appareils qu'il a construits pour l'enseignement de la cosmographie.

Ces instruments n'ont pas pour objet, comme beaucoup d'autres machines compliquées et dispendieuses, de représenter les phénomènes célestes, tels qu'ils se produisent dans la nature, mais bien de montrer d'une manière simple et sensible à toutes les intelligences, les mouvements des corps que les professeurs ne parviennent à faire comprendre que rarement et avec beaucoup de peine, même aux élèves de l'organisation la plus heureuse. A l'exemple du professeur, qui trace des figures différentes pour chacune des choses qu'il doit expliquer aux élèves, l'auteur de ces nouveaux appareils en a construit un spécial pour chaque ordre de phénomènes résultant d'une même cause : le double mouvement de la Terre sur son axe et dans son orbite, les effets qui s'y rattachent, la précession des équinoxes, les mouvements de la Lune, la révolution rétrograde des nœuds, les éclipses, les phases, les librations, les stations et rétrogradations des planètes, sont l'objet des six premiers appareils, qui sont déjà connus et employés dans divers établissements d'instruction.

M. Robert présente aussi quelques appareils tout nouveaux, dont l'un a pour objet d'expliquer la cause de l'inégalité de durée des saisons par suite des mouvements de la ligne des absides et de celle des équinoxes; l'autre de montrer, par une cause ana-

logue à celle qui produit ce phénomène, le principe de la précession des équinoxes et d'effectuer un mouvement identiquement semblable au mouvement conique de l'axe du monde autour de l'axe de l'écliptique. Ces phénomènes, si difficiles à expliquer par le secours des figures seules, deviennent évidents au moyen de ces instruments.

Paris. — COSSON, imp., rue du Four-St.-Germain, 43.

SOCIÉTÉ

PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1855.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue de Trévise, 45, à Paris.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES
PENDANT L'ANNÉE 1855.

PARIS,
IMPRIMERIE DE COSSON,
RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.
1855.

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE,

FONDÉE EN 1788.

LISTE

DES ANCIENS MEMBRES.

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.	OBSERVATIONS.
MM. Audirac.	10 déc. 1788	. . . 1791	
Brongniart (Alexandre).	10 déc. 1788	7 oct. 1847	
Broval.	10 déc. 1788	. . . . .	
Petit	10 déc. 1788	. . . . .	
Riche.	10 déc. 1788	4 sept. 1797	
Sylvestre (Augustin, de).	10 déc. 1788	4 août 1851	
Bellot.	9 nov. 1789	. . . . .	
Guilbert.	9 nov. 1789	. . . . .	
Vauquelin (L.-N.).	9 nov. 1789	14 nov. 1839	
Seguin (Armand).	24 mars 1790	. . . . .	
Bouvier.	22 mai 1790	. . . . .	
Berlinguieri (And.-V.).	13 nov. 1790	. . . 1826	
Marsillac.	17 mars 1791	. . . . .	
Robillard.	24 mars 1791	. . . . .	
Chappe (Claude).	31 mars 1791	. . . 1806	
Garnier.	4 avril 1791	. . . . .	
Lair.	9 mai 1791	. . . . .	
Bonnard	13 juin 1791	. . . 1797	
Coquebert (Antoine)	27 juin 1791	. . . 1803	
Coquebert (Romain).	27 juin 1791	. . . . .	
Lucas.	20 avril 1791	. . . . .	
Gillot.	2 févr. 1792	. . . . .	
Plé.	23 févr. 1792	. . . . .	
Bruley	7 avril 1792	. . . . .	
Viez.	2 juin 1792	. . . 1806	
Lacroix.	1 déc. 1792	. . . . .	
Coquebert de Montbret (C.-E.)	14 mars 1793	9 avril 1831	
Gillet-Laumont.	28 mars 1793	1 juin 1834	
Millin (Aubin-Louis).	25 avril 1793	. . . 1818	
Benon.	25 avril 1793	. . . . .	
Baillet.	25 avril 1793	. . . . .	
Berthollet (C.-E.).	14 sept. 1793	6 nov. 1822	
Lavoisier.	14 sept. 1793	. . . 1794	
Fourcroy (Ant.-F.).	14 sept. 1793	16 déc. 1809	

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.	OBSERVATIONS.
MM. Vicq D'Azyr.	14 sept. 1793	. . . 1794	
Hallé (J.-Noel).	14 sept. 1793	11 févr. 1822	
Ventenat.	14 sept. 1793	13 août 1808	
Lefèvre-Gineau (L.).	14 sept. 1793	3 févr. 1829	
Leroy.	21 sept. 1793	28 janv. 1803	
Lamarck (J.-B.-P.-Antoine).	21 sept. 1793	18 déc. 1829	
Lelièvre	21 sept. 1793	19 oct. 1835	
Monge (Gaspard).	28 sept. 1793	28 juill. 1818	
Prony (Gaspard-Clair-Riche de).	28 sept. 1793	29 juill. 1829	
Jumelin (J.-B.).	28 sept. 1793	. . . 1807	
Laplace (P.-Siméon de). . . .	3 nov. 1793	5 mars 1827	
Arcet (J. d').	3 nov. 1793	13 févr. 1801	
Deyeux.	13 nov. 1793	. . . 1837	
Pelletier (Bertin).	13 nov. 1793	21 juill. 1797	
Richard (L.-C.-L.-M.). . . .	13 nov. 1793	6 juin 1821	
Lacroix (Sylvestre-F.). . . .	13 déc. 1793	24 mai 1843	
Léveillé.	13 déc. 1793	. . . . . .	
Haüy (D.-J.).	10 août 1794	1 juin 1822	
Tennellier.	31 juill. 1794	. . . . . .	
Duvillars.	19 sept. 1794	. . . . . .	
Mozart.	19 sept. 1794	. . . . . .	
Tedenat.	19 sept. 1794	. . . . . .	
Giraud-Chantrans.	25 oct. 1794	. . . . . .	
Berthoud (Fréd.).	24 nov. 1794	20 juin 1807	
Bosc.	13 janv. 1795	10 juill. 1828	
Geoffroy Saint-Hilaire (Ét.). .	13 janv. 1795	19 juin 1844	
Cuvier (Georges).	23 mars 1795	13 mai 1832	
Sédillot (J.-J.-Ernest). . . .	23 janv. 1796	. . . 1832	
Daubenton (L.-J.-M.). . . .	3 mars 1796	31 déc. 1800	
Miché.	3 mars 1796	. . . . . .	
Duhamel fils.	13 mars 1796	. . . . . .	
Teulère.	1 juill. 1796	. . . . . .	
Macquart (L.-C.-Henri). . .	1 juill. 1796	. . . 1808	
Larrey (Dominique).	24 sept. 1796	25 juill. 1842	
Descotils.	24 nov. 1796	. . . . . .	
Duchesne (Antoine).	3 janv. 1797	. . . 1827	
Bouillon-Lagrange	2 févr. 1797	. . . . . .	
Lasteyrie (Ch.-P. de).	2 mai 1797	. . . . . .	
Alibert.	21 juin 1797	. . . . . .	
Adet.	31 juill. 1797	. . . . . .	
Trémery	20 août 1797	. . . . . .	
Dillon.	4 nov. 1797	. . . . . .	
Pajot-Descharmes.	14 nov. 1797	. . . . . .	
Lacépède (Bern.-G.-Ét. de).	1 juin 1798	6 oct. 1825	
Moreau (J. L.).	1 juin 1798	. . . 1826	
Chaptal (J.-Antoine).	21 juill. 1798	29 juill. 1832	
Olivier (G.-Antoine).	11 juin 1799	1 oct. 1814	
Daudin.	1 juill. 1799	3 déc. 1804	
Bichat (M.-F.-X.).	11 juill. 1799	. . . 1802	

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.	OBSERVATIONS.
MM. Butet.	12 févr. 1800	. . . . . .	
De Candolle (Augustin-P.). .	5 oct. 1800	11 sept. 1826	
Deleuze (J.-Ph.-F.).	21 juin 1801	20 nov. 1835	
Brochant de Villiers. . . . . ,	1 juill. 1801	16 mai 1840	
Costaz.	9 sept. 1801	. . . . . .	
Cuvier (Frédéric).	17 déc. 1802	24 juill. 1835	
Brisseau de Mirbel.	11 mars 1803	26 sept. 1854	
Lancret.	28 nov. 1804	5 déc. 1807	
Poisson (Denis-Siméon). . . .	5 déc. 1804	25 avril 1840	
Conté.	27 févr. 1805	. . . . . .	
Richerand	25 mars 1805	. . . 1840	
Gay-Lussac (J.-Louis). . . .	25 mars 1805	9 mai 1850	
Péron (F.).	25 mars 1805	. . . 1810	
Savigny.	25 mars 1805	. . . . . .	
Correa de Serra (J.-F.). . .	17 janv. 1806	. . . 1823	
Dupuytren (G.).	17 janv. 1806	8 févr. 1835	
Hachette (J.-N.-P.).	24 janv. 1807	16 janv. 1834	
Delaroche.	24 janv. 1807	. . . . . .	
Berthollet (Amédée)	24 janv. 1807	. . . . . .	
Ampère (Antoine-Martin). .	7 févr. 1807	10 juin 1836	
Arcet fils (d')	7 févr. 1807	2 août 1844	
Girard (P.-Simon)	19 déc. 1807	30 nov. 1836	
Dupetit-Thouars (Aristide). .	16 janv. 1808	12 mai 1831	
Pariset (Étienne).	14 mai 1808	3 juill. 1847	
Duvernoy (G.-L.).	6 janv. 1810	1 mars 1855	
Malus (C.-E.)	14 avril 1810	24 févr. 1812	
Arago (François).	14 avril 1810	2 oct. 1853	
Nysten (P.-Hub.).	14 avril 1810	. . . 1818	
Laugier (And.).	14 avril 1810	. . . 1832	
Roard.	14 avril 1810	. . . . . .	
Puissant (Louis).	16 mai 1810	10 janv. 1843	
Desmarest (A.-G.)	9 févr. 1811	4 juin 1838	
Legallois (Julien-J.-César). .	23 févr. 1811	. . . 1814	
Guersent.	9 mars 1811	23 juin 1848	
Baillet.	9 mars 1811	. . . . . .	
Ducrotay de Blainville (H). .	29 févr. 1812	1 mai 1850	
Dulong (P.-L.).	21 mars 1812	19 juill. 1838	
Magendie (François)	10 avril 1813	11 oct. 1855	
Lucas (J.-And.-H.).	5 févr. 1814	10 avril 1825	
Lesueur.	12 mars 1814	15 avril 1847	
Montègre.	9 avril 1814	. . . . . .	
Leman.	3 févr. 1816	. . . . . .	
Cassini (Henri-J.-Domin.) .	17 févr. 1816	18 oct. 1845	
Fourier (J.-B.-J.).	7 févr. 1818	16 mai 1830	
Beudant (François).	14 févr. 1818	12 déc. 1850	
Petit (Alexis-Thérèse).	21 févr. 1818	. . . 1820	
Robiquet.	18 avril 1818	29 avril 1840	
Edwards (William).	25 avril 1818	24 juill. 1842	
Pelletier (J.).	2 mai 1818	19 juill. 1842	
Cloquet (Hippolyte).	9 mai 1818	4 mars 1840	

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.	OBSERVATIONS.
MM. Fresnel (Augustin-J.)	3 avril 1819	14 juill. 1827	
Navier.	13 mai 1819	21 août 1836	
Béclard (P.-A.).	26 juin 1819	16 mars 1825	
Francœur (Louis-Benjamin).	17 févr. 1821	15 déc. 1849	
Turpin (P.-J.-F.).	24 févr. 1821	1 mai 1840	
Richard (Achille)	10 mars 1821	5 oct. 1852	
Audouin (J.-Victor).	19 mai 1821	9 nov. 1841	
Breschet (G.).	1 juin 1822	10 mai 1845	
Auguste de Saint-Hilaire. . .	31 mai 1823	30 déc. 1853	
Savary.	12 févr. 1825	25 juill. 1841	
Savart (Félix).	19 févr. 1825	16 mars 1841	
Dejean (J.-F. Aimé).	2 avril 1825	6 janv. 1845	
Jussieu (Adrien de).	16 avril 1825	30 juin 1853	
Eyries (Jean-Baptiste). . . .	25 févr. 1826	13 juin 1846	
Brué (Ét.-Hubert).	25 févr. 1826	15 mars 1832	
Villot (E.).	25 févr. 1826	. . . 1838	
Soulange-Bodin.	25 févr. 1826	2 mars 1845	
Dupont.	25 févr. 1826	. . . 1847	
Bourdon (Pierre-Marie). . .	5 mai 1827	16 mars 1854	
Bérard.	8 mars 1828	. . . . . .	
Serrulas	7 mars 1829	25 mai 1832	
Coriolis.	24 juill. 1830	19 sept. 1843	
Sturm (Charles-François). .	5 févr. 1831	18 déc. 1855	
Guillemin (J.-A.-B.).	19 févr. 1831	10 nov. 1841	
Olivier (Théodore).	18 août. 1832	10 août 1853	
Puillon-Boblaye. . . . . ,	25 août 1832	1 oct. 1845	
Gambey (Henri-Prudent). . .	14 mars 1835	28 janv. 1847	
Parent-Duchâtelet (A.-J.-B.).	25 avril 1835	6 mars 1836	
Guérin-Vary (Théophile). . .	2 mai 1835	. . . 1854	
Leclercq-Thouin (Oscar). . .	16 mai 1835	1 janv. 1845	
Lévy.	23 mai 1835	26 juin 1841	
Gaudichaud	9 mai 1836	15 janv. 1854	
Peltier (Athanase).	30 juin 1836	15 oct. 1845	
Leblond (Charles). . . . . . ,	11 mars 1837	1 janv. 1838	
Voltz (Phil.-L.).	25 mars 1837	15 janv. 1840	
Laurillard (J.).	11 avril 1837	27 janv. 1853	
Roissy (de).	9 déc. 1837	15 mai 1843	
Blandin (Frédéric).	30 mars 1839	. . . 1849	
Bibron (G.)	20 mai 1840	27 mars 1848	
Laurent (J.-L.-Maur).	31 déc. 1841	2 févr. 1854	
Ebelmen (J.).	28 mai 1843	1 avril 1852	
Wantzel (L.).	24 juin 1843	21 févr. 1845	
Lallemand.	10 avril 1845	22 juill. 1854	
Gerdy (Pierre-Nicolas)	30 nov. 1845	18 mars 1856	

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	DATE DU DÉCÈS.	OBSERVATIONS.

*

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE.

LISTE GÉNÉRALE

DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ.

PREMIÈRE SECTION.

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	MEMBRES HONORAIRES.	OBSERVATIONS.
MM. Biot (Jean-Baptiste).	2 févr. 1801	•	
Binet (J.-P.-M.).	14 mars 1812	•	
Bonnard (Augustin-Henri de).	28 mars 1812	•	
Cauchy (Augustin).	31 déc. 1814	•	
Prevost (Constant).	19 janv. 1822	•	
Dufrénoy (Pierre-Armand). .	6 juin 1829	•	
Élie de Beaumont (L.). . . .	5 déc. 1829	•	
Duhamel (Jean-Mar.-Const.).	22 janv. 1831	•	
Lamé (Gabriel).	25 août 1832	•	
Villermé (Louis-Réné).	25 août 1832	•	
Liouville (Joseph).	25 août 1832	•	
Vincent (A.-R.-H).	25 août 1832	•	
Duperrey (Louis-Isidore). . .	11 avril 1835	•	
Desnoyers (J.).	18 avril 1835	•	
Perdonnet (Auguste).	16 mai 1835	•	
Séguier (Armand-Pierre). . .	2 avril 1836	•	
Combes (Charles).	9 avril 1836	•	
Delafosse (Gabriel).	17 déc. 1836	•	
Dausse.	25 févr. 1837	•	
Bienaymé (Jules).	17 janv. 1838	•	
Blanchet (Pierre-Henri). . . .	16 févr. 1839	•	
Catalan (Eugène-Charles). .	24 mai 1840	•	
Transon (Abel).	11 juillet 1840	•	
Bertrand (J.)	16 janv. 1843	•	
Breguet (Louis)	4 févr. 1843	•	
Rozet (Claude-Ant.).	18 févr. 1843	•	
Archiac (A. d').	8 juillet 1843		
Barré de Saint-Venant (M.).	2 déc. 1843	•	
Le Verrier (U.-J.).	24 juillet 1844		
Dortet de Tessan (U.).	7 juin 1845		
Verneuil (Ed. de).	28 juin 1845		
Serret (Joseph-Alfred).	14 févr. 1846		
Burat (Amédée).	11 avril 1846		
Villarceau (Yvon).	30 mai 1846		

NOMS DES MEMBRES.	DATE DE L'ÉLECTION.	MEMBRES HONORAIRES.	OBSERVATIONS.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

SÉANCES DE 1855.

Séance du 6 janvier 1855.

ICHTHYOLOGIE. *Influence nuisible de la lumière sur les œufs de certaines espèces de Poissons.* — M. C. Millet, inspecteur des forêts, communique les observations suivantes pour compléter ce qu'il a déjà communiqué, dans la séance du 8 juillet 1854, concernant la fraye naturelle des Poissons, et les causes pour lesquelles certaines espèces de la famille des Salmonoïdes enterrent ou recouvrent leurs œufs. (V. *l'Institut*, nº du 26 juillet 1854.) Il vient aujourd'hui compléter cette communication en ce qui concerne spécialement *l'action de la lumière* sur les œufs de ces espèces.

La Truite (ainsi que les *Salmones* en général) fait un véritable nid au moment de la ponte; quand ses œufs ont été convenablement disséminés entre les graviers ou les cailloux, elle a le soin de les *recouvrir* avec une partie des matériaux qu'elle a nettoyés et déplacés, et forme ainsi des tas, monticules ou digues que l'on reconnaît aisément, et que l'on désigne sous le nom de *frayères*. En cet état, les œufs, pendant toute la période d'incubation, *ne sont point soumis à l'influence de la lumière;* ils échappent complétement à l'action essentiellement vivifiante des rayons solaires.

En enterrant ou mieux en recouvrant ses œufs avec des maté riaux fixes, solides ou opaques, la Truite, obéissant à un admirable instinct, a pour but principal de les mettre à l'abri de leurs ennemis, et des influences nuisibles telles que la rapidité des courants, crues d'eau, etc.

« L'observation de ce fait, à elle seule, m'indiquait à priori, dit M. M., que l'action de la lumière n'était pas *nécessaire au développement de l'embryon*, ou, si je puis m'exprimer ainsi, à la *germination de l'œuf*. Mais, au point de vue de la physiologie en général, et surtout au point de vue de l'élève des Poissons par la méthode des fécondations artificielles, il était intéressant et même très important de savoir si cette influence était *utile*, si même elle n'était pas *nuisible*.

» J'ai entrepris, dans ce but, une série de longues et délicates expériences sur un très grand nombre d'œufs, et je viens encore de les répéter avec des œufs de Saumon, Truite, etc..., au nombre de vingt mille au moins, au centre de Paris même, dans mon appartement, rue Castiglione, n° 14, où toutes les personnes qui le désirent peuvent venir visiter les appareils que j'emploie, et prendre connaissance des divers modes d'expérimentation et des résultats obtenus.

» Pour les Poissons de la famille des *Salmones* ou *Salmonoïdes*, les résultats que j'ai obtenus peuvent être résumés de la manière suivante :

» 1° La lumière n'est point *nécessaire* pendant la période d'incubation ;

» 2° La lumière n'est pas *utile;* lorsqu'elle est vive, elle devient souvent *nuisible ;*

» 3° L'action des rayons solaires *tue* les œufs en peu de temps ;

» 4° Les œufs de Saumon sont plus *robustes* que ceux des Truites; circonstance qui explique parfaitement les motifs pour lesquels les expérimentateurs opèrent presque toujours sur des œufs de Saumon.

» Par conséquent, pour placer les œufs des *Salmones* (Saumons, Truites, etc.) dans de bonnes conditions, il faut les mettre à l'abri de la lumière et surtout *à l'abri de l'action des rayons solaires*. Le moyen le plus simple à employer, c'est de couvrir les appareils d'incubation ou d'éclosion de manière à intercepter ou à neutra-

liser l'action de la lumière. C'est ainsi que je procède depuis longtemps déjà. Car, sans tenir compte de l'action de la lumière, en recouvrant les appareils, on met l'eau et par conséquent les œufs et les jeunes Poissons à l'abri de la poussière et de diverses matières étrangères qui leur sont toujours nuisibles ; on empêche ou on arrête le développement de certaines espèces d'Algues, de Conferves, etc., qui causent souvent de grands dégats.

»J'ai remarqué, d'ailleurs, que le jeune Poisson, soit avant, soit après l'éclosion, est péniblement affecté par l'action de la lumière ; quand elle est vive, l'embryon encore renfermé dans l'œuf s'agite convulsivement et paraît souffrir ; les pulsations du cœur sont brusques, accélérées et irrégulières ; et, après l'éclosion, pendant plusieurs jours et même plusieurs semaines, le jeune Poisson s'agite, se fatigue, et va se blottir dans les coins, les cavités, ou sous les objets qui le mettent à l'abri de la lumière.

»Les appareils employés par presque tous les pisciculteurs laissent les œufs complétement exposés à l'influence d'une vive lumière, et souvent à l'action des rayons solaires. Quelques expérimentateurs même, croyant introduire un perfectionnement dans le mode de suspension des œufs, ont proposé des chassis ou baguettes de verres qui, entre autres inconvénients, ont celui de favoriser l'action destructive des rayons lumineux. Ces modes d'incubation, si on continuait à les employer ou à les appliquer dans un grand nombre de localités et surtout dans de vastes établissements de pisciculture, n'auraient d'autre résultat que d'organiser, sur une grande échelle, la destruction des œufs des meilleures espèces.

»C'est pour prévenir, autant que possible, ce fâcheux résultat, et pour venir en aide aux personnes qui s'occupent d'expériences et d'essais de pisciculture par la méthode des fécondations artificielles, que je me suis empressé, sur la demande qui m'en a été faite, de faire connaître les faits généraux qui se rattachent à l'action de la lumière sur les œufs de certaines espèces de Poissons. A partir du mois de janvier, plusieurs de ces espèces entrent en fraye dans un très grand nombre de localités. Les personnes qu désirent faire de sérieuses recherches et d'utiles travaux seront, par conséquent, mises en position de répéter mes expériences, et

d'éviter des mécomptes qui devenaient, sinon désastreux, du moins peu encourageants. »

Séance du 3 février 1855.

PHYSIQUE DU GLOBE. *Différences de température entre l'air, le sol sous la neige et le sol d'où la neige a été enlevée.*— M. Rozet ayant eu besoin de connaître, pour un ouvrage qu'il se propose de publier sur *la pluie en Europe*, les différences qui existent entre les températures de l'air, du sol sous la neige et du sol découvert de neige, a profité de la couche de neige qui a couvert Paris du 20 au 31 janvier dernier. Le tableau suivant présente les résultats de ses observations faites depuis midi jusqu'à quatre heures du soir, avec trois thermomètres ; l'un placé sous la neige, l'autre dans une petite rigole, sur un espace d'où la neige avait été enlevée et sans être recouvert ; enfin le troisième à l'air libre.

Températures.

De l'air.	Du sol sous la neige.	Différences entre les deux.	Du sol à l'air.	Différences du sol avec l'air.
— 1°,0	0°,0	— 1°,0	0°,0	— 1°
— 2 ,0	— 0 ,5	— 1 ,5	— 1 ,5	— 0 ,5
— 3 ,0	— 0 ,5	— 2 ,5	— 1 ,5	— 1 ,5
— 4 ,0	— 1 ,0	— 3 ,0	— 2 ,0	— 2 ,0
— 4 ,5	— 1 ,5	— 3 ,0	— 2 ,5	— 2 ,0
— 6 ,0	— 1 ,5	— 4 ,5	— 2 ,5	— 3 ,5
— 6 ,5	— 2 ,0	— 4 ,5	— 3 ,0	— 3 ,5

Ce tableau montre que la neige préserve réellement le sol d'une quantité notable de froid, puisque depuis — 1°,0 jusqu'à — 6°,5 de froid à l'air, le thermomètre, sous la neige, ne varie qu'entre 0°,0 et —2°,0 et que les différences s'élèvent depuis — 1°,0 jusqu'à —4°,5.

Le thermomètre dans la rigole, reposant sur le sol et non recouvert, a constamment donné un degré de froid de plus, seulement, que celui placé sous la neige, et, avec celui à l'air libre, des différences en moins qui, par conséquent, ont varié de — 1°,0 à —3°,5.

Lorsque l'on plaçait une simple feuille de papier blanc sur le thermomètre de la rigole, on trouvait exactement les mêmes nombres que donnait celui couvert de 0m,05 de neige.

Il résulte de là, que la neige agit simplement comme un écran interposé entre le sol et l'espace; ce qui porte à croire que les résultats doivent être indépendants de l'épaisseur de la couche qui recouvre le sol. Quand celui-ci est découvert de neige, dans un petit espace, le contact de l'air et le rayonnement, par une journée claire de janvier, ne lui enlèvent qu'un degré de chaleur. Du reste, M. R. ne donne ces résultats que pour attirer l'attention des météorologistes sur un phénomène qui lui paraît avoir une certaine importance.

MINÉRALOGIE. *Pérowskite de la vallée de Zermatt.* — M. A. Damour, ayant eu l'occasion d'examiner divers minéraux recueillis récemment par M. Hugard, dans diverses parties du Tyrol et de la Suisse, et particulièrement dans la vallée de Zermatt, au pied du mont Rose et du mont Cervin, avait remarqué parmi ces minéraux une substance en masse amorphe, demi-transparente, et douée d'un éclat qui la distingue des autres espèces déjà connues dans cette région des Alpes. Un examen plus approfondi lui a fait reconnaître, après quelques essais, que cette matière minérale, essentiellement formée d'acide titanique et de chaux, devait être rapportée à l'espèce que M. H. Rose a décrite, il y a plusieurs années, sous le nom de *pérowskite.*

On sait que cette espèce, encore assez rare dans les collections de Paris, n'avait été rencontrée jusqu'à ce jour que dans un seul gîte, celui d'Achmatowsk, près Slatoust, dans les monts Ourals. Les échantillons de pérowskite trouvés par M. Hugard, près de Zermatt, au glacier de Findelen, sont en masse réniforme, émoussée sur les bords, probablement par l'action des eaux. Leur couleur est le jaune paille, jaune de miel, jaune orangé, tirant quelquefois sur le brun rougeâtre. Ils sont demi-transparents; quelques fragments de mince épaisseur étant détachés de la masse présentent même une transparence complète. A l'aide d'une forte loupe, on aperçoit sur l'un de ces échantillons une druse tapissée de cristaux cubiques transparents et incolores. La cassure du minéral est presque toujours raboteuse et inégale: cependant elle présente, par places, deux clivages rectangulaires, sans grande netteté. Sa poussière est blanche. M. D. a trouvé, pour sa densité, les nombres, 4,037 et 4,039. Il raye l'apatite et est rayé par une pointe d'acier.

Le barreau aimanté est faiblement attiré lorsqu'on en approche un échantillon un peu volumineux de pérowskite. Cet effet est dû à la présence de petits cristaux de fer oxydulé ou de fer titané qui se trouvent accidentellement disséminés dans la masse du minéral ; mais lorsqu'on renouvelle l'expérience avec des fragments de pérowskite transparents et purs, le barreau aimanté cesse d'être attiré. M. D. a observé le même effet sur des morceaux de pérowskite recueillis dans le gîte de l'Oural.

Exposé à la flamme du chalumeau, le minéral reste infusible et ne change pas d'aspect. Il se dissout complétement dans le sel de phosphore, et lui communique, au feu de réduction, la couleur bleue-violacée particulière à l'oxyde de titane. Il est attaqué, à chaud, par l'acide chlorhydrique et s'y dissout partiellement. L'acide azotique ne l'attaque pas. L'acide sulfurique, porté à la température d'environ + 300° le décompose entièrement en dissolvant l'acide titanique et en formant du sulfate de chaux.

L'analyse faite par M. D. a été exécutée par le procédé suivant :

Le minéral, réduit en poudre très fine par la lévigation, a été traité par l'acide sulfurique chauffé à + 300° : après une assez longue digestion et l'évaporation de la majeure partie de l'acide mis en excès, on a traité la masse saline par une grande quantité d'eau : une portion assez considérable de la matière s'est dissoute. Le résidu non dissous a été traité de nouveau par l'acide sulfurique, puis par l'acide chlohrydrique bouillant et par l'eau. Après plusieurs traitements semblables on est parvenu à obtenir la dissolution totale de la matière, à l'exception de quelques flocons de substances talqueuses ou siliceuses pesant 3 à 4 milligrammes. La liqueur fortement acide, qui tenait le minéral en dissolution, était limpide et incolore : elle a été sursaturée d'ammoniaque. L'acide titanique s'est précipité en flocons blancs, entraînant une certaine proportion de chaux. La liqueur ammoniacale a retenu la majeure partie de la chaux en dissolution. On a redissous l'acide titanique, encore humide, dans l'acide chlorhydrique, et on l'a de nouveau précipité par l'ammoniaque pour en séparer la presque totalité de la chaux qu'il avait entraînée. La liqueur ammoniacale a été réunie à celle qu'on avait obtenue précédemment, et l'on a précipité la chaux par l'oxalate d'ammoniaque. L'acide titanique, après un lavage convenable, a été dissous, étant encore

humide, dans l'acide oxalique : on a versé, par petites portions, la liqueur très acide dans une dissolution aqueuse de carbonate ammoniacal en grand excès. L'acide titanique est resté dissous dans le carbonate alcalin : les dernières traces de chaux qu'il avait retenues se sont précipitées à l'état d'oxalate calcique. On a filtré la liqueur pour séparer cet oxalate et pour le réunir à celui qu'on avait déjà recueilli. La dissolution ammoniacale renfermant l'acide titanique a été traitée par quelques gouttes de sulfhydrate ammonique. On a précipité, par ce moyen, à l'état de sulfure, la petite quantité de fer qu'elle contenait. La liqueur filtrée était parfaitement limpide et colorée seulement en jaune pâle par le sulfhydrate ammonique. Après quelques heures de repos elle a commencé à se troubler en laissant déposer des flocons d'acide titanique. On a accéléré la formation de ce dépôt en faisant chauffer la liqueur et on l'a filtrée pour recueillir l'acide titanique. Cet acide calciné était parfaitement blanc. En évaporant à sec la liqueur filtrée et calcinant le résidu pour chasser les sels ammoniacaux, on a obtenu encore une très faible quantité d'acide titanique. L'oxalate de chaux recueilli à part a été chauffé avec précaution, puis calciné au rouge blanc à l'aide de la lampe à essence de térébenthine, dont M. Henri Deville recommande l'emploi. On a, par ce moyen, converti l'oxalate en chaux caustique qu'on a pesée ; et l'on s'est assuré ensuite que cette chaux n'avait retenu aucune trace d'acide carbonique. La liqueur ammoniacale, séparée de l'oxalate de chaux, s'est légèrement troublée par l'addition du phosphate de soude. Elle contenait quelques traces de magnésie. Le sulfure de fer séparé de la liqueur sulfureuse a été dissous dans l'acide nitrique : on a dosé le fer à l'état d'oxyde ferrique.

Deux analyses exécutées par le procédé qui vient d'être décrit ont donné les résultats suivants :

	1re analyse.	2e anal.	Moyenne.	Oxygène.		Rapports.
Acide titanique	0,5928	0,5917	8,5923	0,2362		2
Chaux	0,4023	0,3961	0,3992	0,1135	0,1160	1
Oxyde ferreux	0,0085	0,0144	0,0114	0,0025		
Magnésie (traces.)						
	1,0036	1,0022	1,0029			

La pérowskite de Sibérie, analysée par MM. Jacobson et Brook, est composée de :

		Oxygène.		Rapports.
Acide titanique	0,5900		0,2343	2
Chaux	0,3676	0,1016		
Oxyde ferreux	0,0479	0,0109	0,1129	1
Magnésie	0,0011	0,0004		
	1,0066			

On voit par ces résultats que les échantillons trouvés à Zermatt et ceux qui proviennent des monts Ourals se confondent en une seule et même espèce représentée par la formule :

$$Ca\,O,\ Ti\,O^2.$$

La pérowskite de Zermatt est, comme celle des monts Ourals, engagée dans une gangue talqueuse schistoïde, de couleur verte, traversée par des veines de chaux carbonatée, à texture cristalline. Elle est associée à du fer oxydulé et à de petits filets d'asbeste flexible. L'un des échantillons rapportés par M. Hugard est recouvert d'une croûte noire, épaisse de quelques millimètres, que M. D. a reconnu être essentiellement formée de fer titané qui renferme une proportion assez notable d'oxyde de manganèse et de magnésie ; il a commencé l'analyse de ce composé.

On voit que la pérowskite vient s'ajouter à la liste des espèces minérales particulières aux terrains serpentineux et talqueux des alpes piémontaises ; espèces qui se retrouvent avec des caractères identiques dans la partie des monts Ourals située vers le district d'Achmatowsk, près Slatoust, en Sibérie. Cette similitude d'aspect est telle, que lorsqu'on met en regard les échantillons recueillis dans chacune de ces localités si éloignées l'une de l'autre, on serait tenté de croire, du moins pour la plupart d'entre eux, qu'ils proviennent d'un seul et même gîte. Ce fait a déjà été remarqué par plusieurs minéralogistes.

Voici les noms de ces espèces : grenat grossulaire, grenat topazolite, idocrase, diopside, chlorite, ripidolite, pennine, serpentine, sphène, zircon, corindon, rutile, fer oxydulé, fer titané, pérowskite.

» En considérant cette réunion assez nombreuse des mêmes espèces se présentant sous un aspect identique, ne serait-on pas fondé, dit M. D., à attribuer leur formation à une même cause, et ne pourrait-on pas supposer que les roches et les terrains qui les ren-

ferment ont une origine commune et contemporaine? C'est une question qu'il soumet aux géologues. »

Séance du 10 mars 1855.

ACOUSTIQUE. — M. Cagniard-Latour entretient la Société de recherches qu'il a faites pour provoquer dans ses oreilles un tintement artificiel ou espèce de son fixe dont il puisse, au besoin, se servir pour remplacer le son d'un diapason.

Ces recherches, dit l'auteur, m'ont conduit à reconnaître : 1° que si je tourne et détourne la tête, ou que si je l'abaisse avec une certaine vitesse, j'entends, dans le premier cas, un son musical qui répond au *la* d'environ 840 vibrations simples par seconde; et, dans le second cas, un autre son correspondant au *sol* immédiatement inférieur, chacun accompagné de sa double octave aiguë; 2° que si je me donne des oscillations verticales en me tenant sur la pointe des pieds, ou que si j'ouvre la bouche aussi fortement que possible, j'entends encore un son, et qui paraît être dans les deux cas une double octave aiguë du *la* de 840 vibrations précédemment cité.

Le même membre annonce que tout récemment il s'est servi de son tintement artificiel d'oreille comme d'un diapason pour mettre au même ton le *la* de deux violons isolés l'un de l'autre, et que ces instruments ayant été rapprochés ensuite pour être essayés comparativement, ont paru s'accorder à très peu près.

M. Cagniard-Latour annonce enfin avoir reconnu : 1° que s'il applique la main sur le pavillon de l'une de ses oreilles, et qu'avec les doigts de l'autre main il exerce sur la première quelques chocs, ceux-ci lui font entendre un son qui paraît répondre à la double octave aiguë du *la* de 840 vibrations, mais dont le timbre a quelque chose de métallique; 2° que si, au lieu d'une simple application de la main, il introduit, et même profondément, son petit doigt dans le conduit auditif, les chocs produisent néanmoins le même son et avec le même timbre, ce qui, suivant l'auteur, autorise à penser que l'effet sonore est dû principalement à des vibrations du tympan et à celles de l'air contenu dans la caisse de cet organe.

Séance du 31 mars 1855.

ICHTHYOLOGIE. — L'extrait suivant d'une lettre de M. de Toc-

queville contient des détails intéressants sur des expériences faites dans l'établissement de pisciculture de l'auteur de la lettre, à Bangy, près Compiègne (Oise), relativement à l'influence de la lumière sur le développement des œufs de Truite fécondés.

« ... J'ai placé, écrit M. de T., 1° 2 000 œufs de Truite dans un tamis de toile métallique galvanisée, immergé dans l'eau d'une source complétement à l'abri des rayons solaires; de plus, ce tamis était recouvert d'une toile-canevas très épaisse et ne laissant pénétrer, par conséquent, aucun rayon lumineux ; 2° 2 000 œufs de la même récolte et de la même espèce de Truite, dans un tamis de toile métallique galvanisée, immergé dans l'eau de cette même source, à une distance de trois mètres environ du premier tamis, mais exposé en pleine lumière ; le tamis n'était recouvert que d'une légère toile métallique laissant facilement pénétrer les rayons lumineux. Les œufs ont été mis en expérience à la date du 16 mars courant. Voici les résultats obtenus du 17 au 21 : — 1° pour le tamis placé dans l'obscurité la mortalité n'a été que de 32 œufs; 2° pour le tamis placé en pleine lumière, la mortalité a été de 1 463 œufs.

» J'ai pensé que ces résultats offriraient de l'intérêt par suite de la communication faite à la Société philomathique par M. Millet, qui m'avait engagé à répéter ces expériences sur l'influence de la lumière dans la première période de l'incubation... »

PHYSIQUE DU GLOBE. *Synchronisme de divers états météorologiques observés à la surface de la France dans un moment donné.*— M. Constant Prévost a fait verbalement la communication suivante :

« La télégraphie électrique vient d'ouvrir une nouvelle voie aux observations météorologiques. Bientôt on pourra connaître instantanément les diverses conditions météorologiques qu'une grande surface, comme l'Europe, par exemple, peut présenter dans un même moment; peut être qu'après avoir comparé un grand nombre d'effets divers, avoir reconnu les rapports nécessaires qui les enchaînent, et s'être rendu compte des effets observés, on arrivera après avoir constaté certains phénomènes accomplis, à prévoir ceux qui devront dans chaque lieu succéder nécessairement aux premiers. »Le moyen étant trouvé, le zèle, la persévérance et le temps feront le reste.

» M. le directeur de l'Observatoire s'est empressé de mettre à profit sa position et son influence pour obtenir le concours de l'administration des télégraphes, et les cartes qu'il vient de mettre sous les yeux de l'Académie des sciences ont déjà à juste titre excité toute l'attention des observateurs. Dans cette première communication, M. Le Verrier s'est prudemment contenté d'exposer les faits obtenus, sans vouloir paraître en chercher ou au moins en donner aucune explication actuelle ; il a pensé qu'en sa qualité d'astronome, les conjectures, les explications provisoires, permises à tout autre, pourraient être prises de sa part comme des décisions définitives et comme des prédictions par le public, depuis longtemps disposé à regarder le directeur de l'Observatoire comme un astrologue, un devin infaillible. Je ne suis pas dans le même cas et ma prétention n'est en aucune manière, dans la présente communication, de donner une explication des faits déjà observés par la voie électrique, mais de soumettre à mes confrères quelques idées encore vagues, dans l'intention de m'éclairer et d'appeler l'attention de ceux qui, par leurs études spéciales, sont plus à même que moi de résoudre les problèmes qui ont été posés par les faits.

» Tout le monde a été frappé des circonstances physiques remarquables que présentait la surface de la France, le lundi 9 février à 8^h du matin, résumées dans la carte mise sous les yeux de l'Académie par M. Le Verrier (séance du même jour). On pouvait partager l'espace entre les Pyrénées et le Rhin en 5 bandes parallèles dirigées du N.-O. au S.-E. Dans la bande centrale, qui suivait en partie la vallée de la Loire, il était tombé et tombait encore de la neige et de la pluie. Dans les deux bandes au N. et au S. de la première, l'atmosphère était brumeuse. Enfin dans les deux bandes extrêmes le temps était clair. En même temps le vent soufflait du N.-E. au-dessus de la bande centrale, et du S.-O. au-dessous de cette bande, de sorte que ces deux vents marchaient à la rencontre l'un de l'autre vers la Loire. En s'approchant, ils se déviaient à l'O., vers l'Océan. Enfin, tandis qu'à Bayonne la température était de + 13°, elle était à Mézières de — 15°, ce qui constituait une différence de 28° entre les deux points.

» En présence de ce concours de circonstances singulières, je me suis demandé si chacune d'elles ne dérivait pas d'une cause unique, d'un principe commun, et c'est sur ce point que je de-

mande l'attention et les avis de la Société philomathique.

» 1° Les vents sont le résultat de la rupture d'équilibre dans quelques parties de l'atmosphère.

» 2° Si en un point ou sur une zône plus ou moins étroite et allongée il se produit une condensation de l'air par refroidissement ou bien un déplacement de bas en haut par échauffement, l'air qui avoisine ce point ou cette zône se met en mouvement pour remplacer l'espèce de vide produit, et le vent souffle dans la direction de la cause qui l'attire. Nécessairement des vents contraires convergent vers le même point, tant que la cause d'aspiration ne change pas de place, et jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli.

» 3° Das le cas observé, la neige et la pluie qui tombaient dans la zone moyenne coïncidaient avec une condensation de l'air ; de là les vents N.-O. et S.-E. opposés : l'atmosphère brumeuse des deux bandes supérieure et inférieure était le résultat de la marche des nuages attirés vers la bande centrale pluvieuse; enfin, le temps clair des deux bandes extrêmes était la conséquence de l'effet précédent.

» 4° Le vent soufflant du N.-E. amenait à Mézières de l'air qui avait passé à Berlin, à Stockholm, avait traversé la Finlande, venait du cercle polaire et n'avait perdu qu'en partie sa température froide dans sa marche rapide. Le vent du S.-O. venait peut-être des Canaries, de Lisbonne, etc., avec sa chaleur tropicale ; il n'est donc pas étonnant qu'il y ait eu 13° de chaleur à Bayonne et 15° de froid à Mézières.

» 5° La déviation des deux vents vers l'ouest à leur rencontre s'expliquerait d'abord,peut être,par le mouvement de rotation de la terre qui, comme on le sait, laisse en retard l'air et l'eau qui semblent marcher en sens inverse (vents et courants équatoriaux), et aussi par cette circonstance que la température de l'air était plus élevée dans ce moment au-dessus de l'Océan qu'au-dessus de la terre (brises de terre).

» 6° Ne pourrait-on pas aller jusqu'à dire que le vent du S.-E. devait l'emporter sur celui du N.-O. à la surface du sol. En effet, l'air chaud, en se refroidissant dans sa marche vers le nord, se condense, il tend, d'une part, à rester près de terre et il devient, d'autre part, une cause d'attraction pour la colonne dont il est la tête. L'air froid, au contraire, en s'échauffant se dilate,

il monte et laisse sa place à celui du S.-E., ou bien sa marche se ralentit : d'après cela l'on conçoit que la bande centrale ou sphère d'attraction a dû monter successivement vers le nord. Aussi quelques jours après les vents du S.-E. balayaient-ils toute la surface de la France et la température était devenue uniformément échauffée aux pieds des Pyrénées et aux bords du Rhin. »

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a communiqué à la Société des expériences sur trois machines hydrauliques de son invention, dont une est employée à faire des épuisements au palais de l'Élysée. Ayant été consulté par M. Chaulay, architecte, premier inspecteur du palais de l'Élysée, sur les moyens à employer pour vider avec économie le puisard qui reçoit les eaux ménagères et autres de cet établissement, M. de Caligny a proposé l'emploi d'un moteur hydraulique, de son invention, présenté à la Société en 1844.

Il fallait, au moyen d'une petite chute d'eau, vider jusqu'au fond ce puisard, ce qui exigeait des efforts très variables, et il ne fallait pas que la machine fît de bruit, ce puisard étant précisément au-dessous d'un des salons. L'effort de l'ancienne machine à colonne d'eau, ou des machines construites sur le même principe, est constant. M. de Caligny emploie dans les circonstances analogues le mouvement acquis d'une colonne liquide agissant par succion de manière à produire, sous une même chute d'eau, des efforts *variables* comme la résistance à vaincre. Le bélier hydraulique a été essayé il y a déjà longtemps dans les maisons de Paris ; mais on y avait renoncé à cause de son bruit incommode ; M. de C. affirme que le nouvel appareil de son invention, qui vient d'être établi à l'Élysée, ne fait aucun bruit sensible, et remplit bien les conditions pour lesquelles il a été construit. L'effet utile lui paraît déjà très satisfaisant ; mais, l'appareil pouvant être perfectionné, l'auteur ne croit pas devoir se prononcer encore sur ce point. Il a d'ailleurs lieu d'espérer qu'on pourra supprimer toute espèce de pistons, conformément au principe qu'il a présenté à la Société en février 1850. Son but serait alors spécialement utile à l'agriculture, surtout dans les circonstances où les eaux motrices propres ne doivent pas être mêlées aux eaux à épuiser, telles que les purins de fumiers. Il reviendra sur ce sujet après avoir vérifié s'il est possible, dans la pratique, de supprimer toute espèce de pièce mobile dans la partie de l'appareil que doivent

parcourir les eaux à épuiser, conformément à un principe qu'il a depuis longtemps présenté à la Société et qui a déjà été appliqué du moins en partie.

— M. de Caligny a présenté le 30 mai 1840 à la Société un moyen de faire une pompe sans piston ni soupape, et a communiqué depuis diverses expériences sur ce sujet, notamment en 1851. Cette pompe paraissait d'abord présenter un inconvénient en ce que, pour la faire bien marcher, il fallait une sorte d'apprentissage. Il y avait des personnes qui saisissaient immédiatement le mouvement convenable, mais d'autres avaient de la peine à y parvenir. On réussissait bien à réunir les efforts de deux ouvriers, mais cela devenait plus difficile quand il en fallait un certain nombre. Une pompe de cette espèce a cependant pu être manœuvrée par beaucoup d'ouvriers en élevant une quantité d'eau considérable; mais, abstraction faite de la difficulté de l'apprentissage, elle offrait l'inconvénient, sous cette forme, de ne pouvoir approcher du fond de l'eau sans divers inconvénients provenant de l'étranglement et de la déviation de filets fluides qui en résultaient.

L'auteur dit avoir évité ces inconvénients dans ses dernières expériences. Un tuyau conique ouvert à ses deux extrémités est courbé en arc de cercle et oscille autour d'un centre fixe. De cette manière l'orifice inférieur peut approcher très près du fond sans les inconvénients dont on vient de parler, et l'eau a pu être élevée au triple de la hauteur à laquelle elle pouvait l'être quand le tuyau avait son axe rectiligne, ou au moins à deux fois et demie une hauteur égale à la profondeur de l'eau au-dessous du niveau du puisard.

Il fallait assurer le jeu de manière qu'au lieu d'exiger un apprentissage, l'appareil conduisît lui-même la main des ouvriers. Cet avantage a été obtenu au moyen d'une masse de plomb disposée à une distance convenable sur l'un des rayons qui attachent le tuyau oscillant à son point fixe de suspension. Il résulte de cette disposition une espèce particulière de pendule dont le mouvement d'oscillation convenable est facile à saisir.

— M. de Caligny désire spécialement attirer l'attention sur une machine de son invention, sans piston ni soupape, élevant l'eau au moyen d'une chute d'eau et fonctionnant au moyen d'une espèce particulière de succion à contrecourant, qu'il a présentée à la

Société en novembre 1850. Cet appareil est celui pour lequel la Société centrale d'agriculture lui a décerné une médaille d'or en 1852.

Depuis ses dernières communications sur cette machine, il a fait beaucoup d'expériences d'où il résulte que l'on peut en augmenter notablement les effets, en allongeant convenablement la partie inférieure du tuyau mobile. Cette machine, essayée sur une très grande échelle, a marché régulièrement sous des chutes très variables, de deux mètres et demi à huit centimètres. Ces expériences étant sur le point d'être continuées et variées par l'administration des travaux publics, l'auteur reviendra ultérieurement sur cette machine, qui est depuis plusieurs années l'objet de ses études, et à laquelle se rattachent de la manière la plus spéciale ses recherches sur des phénomènes nouveaux.

Séance du 7 avril 1855.

GÉOLOGIE CHIMIQUE. *Moyen simple de constater la présence du fer, de la magnésie et du manganèse dans les dolomies, les marnes et les calcaires.* — M. J. Delanoüe décrit ainsi le moyen qu'il propose dans le but indiqué par le titre de sa note :

« J'ai été si souvent trompé par l'aspect pseudo-dolomitique de certains calcaires, et j'ai été si souvent surpris de trouver de la magnésie et du manganèse là où rien n'en faisait soupçonner la présence, que je crois être utile aux géologues, aux industriels et aux agronomes, en leur offrant un moyen expéditif, et pour ainsi dire rustique, d'essayer à ce point de vue la chaux, les castines, les amendements et toutes les roches calcaires.

Pulvérisez la roche, dissolvez-en un gramme dans le moins possible d'eau régale, neutralisez l'excédant d'acide, à chaud, en ajoutant un petit excès de la même roche en poudre; filtrez, lavez le filtre et ajoutez aux liqueurs réunies un excès d'eau de chaux limpide. Le résidu, insoluble dans l'acide, vous fait juger la quantité et la nature de la portion arénacée de la roche. En neutralisant la liqueur acide avec la roche en poudre, vous précipitez le fer et l'alumine, s'il y en a. L'emploi de l'eau régale fait précipiter le fer à l'état d'ocre, qu'on peut évaluer approximativement, surtout si on n'ajoute pas un trop grand excès de la roche. S'il n'y a dans la roche ni manganèse ni magnésie, l'eau de chaux ne troublera pas la liqueur. S'il n'y a que de la magnésie, elle se

précipitera en blanc par et *complétement.* Avec un peu d'habitude, on finira par juger à l'œil si la dose de magnésie constitue ou non une véritable dolomie. S'il y a du manganèse, le précipité sera blanc, mais il brunira promptement au contact de l'air.

« Vous trouverez partout de l'acide, du papier brouillard, une fiole et de la chaux ou du mortier frais, qu'il vous suffira de délayer dans un seau d'eau pour n'employer que la liqueur limpide surnageante. Si cependant vous manquiez de chaux et même de pierre à chaux pour en faire, vous auriez toujours la ressource de calciner au rouge blanc quelques fragments minces de la roche même à essayer. Tous les réactifs sont alors réduits à un seul, à quelques grammes d'acide. Un géologue doit être chimiste, mais si étranger qu'il soit à toute manipulation, il pourra toujours exécuter celle-ci qui est à la portée de tout le monde.

» J'insiste sur un point, parce que c'est faute de procédés pratiques que nous ignorons la composition et par conséquent les propriétés des roches les plus communes. Ainsi, il importe aux maîtres de forges de pouvoir reconnaître les castines magnésiennes qui communiquent au fer de précieuses qualités (1). Il est intéressant pour les géologues de vérifier désormais si les roches si souvent modifiées par les phénomènes ignés ont subi une simple transformation de leurs caractères extérieurs, un simple métamorphisme dans l'acception littérale du mot, ou bien s'ils ont éprouvé une véritable transmutation de composition chimique qu'on devrait alors appeler MÉTAMÉRISME, de même que l'on dit isomorphisme et isomérisme. »

Séance du 14 avril 1855.

TÉRATOLOGIE GÉNÉRALE. — M. Germain de Saint-Pierre lit la note suivante *sur les monstres phytologiques doubles, comparés aux monstres zoologiques doubles.*

« Dans une communication précédente, j'ai exposé les phénomènes de *divulsion* (dédoublement ou tendance au dédoublement) et de *complémentation*, en vertu desquels les plantes du type oppositifolié passent au type cyclifolié. J'ai tenté de démontrer que la divulsion est le principe commun de la fasciation des tiges et du dédoublement, tant chez les organes axiles que chez les or-

(1) Dans ce cas il est utile de refaire une analyse quantitative, en dosant le manganèse par le sulfhydrate ammonique. D.

ganes foliaires ou appendiculaires. J'ai ajouté que le phénomène de la complémentation en vertu duquel les deux moitiés d'un organe divisé se complètent chacune du côté où s'est opéré la division était jusqu'à ce jour resté inaperçu, par cette raison que, les dédoublements ayant généralement été confondus avec les soudures, l'attention des physiologistes n'avait pas dû se diriger sur un phénomène d'augmentation, dans des cas où, loin de voir le dédoublement d'un organe unique en un organe multiple, ils voyaient la fusion, avec perte de substance, de deux organes ou de deux êtres tendant à se confondre en un seul.

» On sait que, d'après les travaux de MM. Geoffroi Saint-Hilaire, les monstres zoologiques doubles ou multiples sont produits par la fusion de deux ou plusieurs individus en un seul. J'ai trouvé de mon côté les preuves que, dans le règne végétal, presque tous les monstres doubles sont, au contraire, le résultat de la division d'un être ou d'un organe unique en plusieurs êtres ou plusieurs organes. Il est cependant improbable que, dans chacune des deux moitiés de la série des êtres organisés, un même résultat organique soit produit par une cause diamétralement opposée. Il est plus probable qu'une même cause générale produit un même effet général, et que la vérité est tout entière dans l'un ou dans l'autre de ces deux systèmes.

» MM. Geoffroi Saint-Hilaire partagent les monstres zoologiques en deux séries : la première série comprend les monstres unitaires, qu'ils expliquent par la théorie de l'arrêt de développement ; la deuxième série comprend les monstres doubles, qu'ils expliquent par la loi d'*union similaire*. Cette loi d'union similaire, trouvée et formulée par Étienne Geoffroi Saint-Hilaire, a, selon moi, son application aussi précise chez les monstres végétaux doubles, que chez les monstres zoologiques doubles ; et tandis que, si l'on admet la théorie de la soudure, cette loi si exacte reste elle-même inexplicable, je trouve son explication claire et précise en admettant la théorie du dédoublement ou de la divulsion, dont je crois avoir démontré l'exactitude pour le règne végétal.

» En effet, si la raison d'être de ces monstres est en réalité la division d'un seul individu et la complémentation des moitiés ou des parties qui résultent de cette division, les phénomènes d'union similaire s'expliquent d'eux-mêmes ; puisque : 1° les deux moitiés

d'un être incomplétement divisé se trouvent comme chez un être normal en rapport de parties similaires dans l'étendue selon laquelle la division n'existe pas, c'est-à-dire sur la ligne médiane; que 2° ce rapport se trouve le même au niveau où la division commence à se manifester, et que 3° les deux moitiés devenues libres par le fait du dédoublement conservent naturellement, malgré leur écartement, les mêmes rapports de situation; à moins que ces rapports ne soient altérés dans certaines limites par la coïncidence fréquente, dans le règne végétal, du phénomène de la torsion. Si ces deux moitiés n'étaient pas complétées, les deux faces en regard correspondraient au plan selon lequel s'est opérée la division; mais il résulte du fait de la complémentation que les deux faces ou les deux côtés homologues qui se trouvent en regard appartiennent à des êtres ou à des organes complets à ce niveau. — (J'ai dit précédemment que la complémentation s'effectue en même temps que la divulsion; ces deux phénomènes constituent un phénomène complexe qui, chez les végétaux du moins, commence à se manifester à l'époque où l'organe ou individu consiste en une petite masse de tissu cellulaire.)

» La loi d'union similaire, qui me semble, dans le règne végétal, une conséquence nécessaire du phénomène de la divulsion, serait-elle donc, dans le règne animal, la conséquence d'une loi directement opposée? — Un caractère important semble, au premier abord, distinguer les monstres zoologiques doubles des monstres végétaux doubles : il existe en zoologie des monstres doubles de haut en bas et des monstres doubles de bas en haut. Chez les végétaux, au contraire, la presque totalité des monstres doubles est le résultat d'un dédoublement de bas en haut. — Je trouve la raison de cette différence dans le mode de développement des individus chez les deux règnes : dans le règne animal, l'anomalie se produit chez un embryon libre; dans le règne végétal, l'anomalie se produit le plus ordinairement chez des individus fixes ou adhérents à leur base. — En effet, les individus chez lesquels des anomalies ont été principalement observées dans le règne végétal, sont les bourgeons et les feuilles, individus plus ou moins élémentaires dont l'ensemble constitue l'individu multiple désigné sous le nom de végétal. Or, ces individus, issus de la souche commune, lui sont adhérents par leur base; la division peut être plus ou moins profonde et même atteindre cette base;

mais on concevra facilement que ces organes ne sauraient, à leur base ou point d'origine, constituer deux moitiés éloignées pour constituer à un niveau supérieur, un organe indivis.

» Du reste, dans le règne végétal, de fréquentes anomalies s'observent aussi chez les embryons libres, et il est vrai de dire que, dans ces cas, la division se manifeste très généralement encore de bas en haut comme chez les bourgeons ou embryons fixes; mais je ferai observer que l'embryon des Dicotylédones est déjà, selon moi, un individu multiple. J'ai observé, du reste, le dédoublement de haut en bas, sinon chez des racines primordiales, du moins chez des racines secondaires. — Les différences dans la direction selon laquelle paraît s'opérer le dédoublement paraissent donc bien réellement être la conséquence de l'indépendance ou de la fixité de l'individu susceptible de dédoublement. J'ajouterai que, chez les individus zoologiques, si le dédoublement, au lieu d'affecter l'axe principal, n'affecte que l'un des membres ou des appendices isolément, ce membre, qui représente, par le fait de son insertion, l'individu végétal fixe, ne présente jamais de multiplication que de la base au sommet. »

Séance du 21 avril 1855.

PHYSIQUE. *Du travail mécanique que peut théoriquement engendrer l'unité de chaleur.*—M. Charles Laboulaye a communiqué à la Société sur cette question la note suivante :

« Toutes les personnes qui s'intéressent aux questions de physique ont suivi avec une grande attention les travaux relatifs au travail engendré par la chaleur, qui, dans ces derniers temps, ont été publiés par des savants distingués. Ces travaux se composent de deux parties : l'une, purement théorique, qui tend à faire considérer le travail mécanique et la chaleur comme deux faits de même ordre ; nous ne nous arrêterons pas sur celle-ci, craignant de mal rendre les idées des auteurs ; l'autre, expérimentale, à propos de laquelle nous ferons quelques observations. Cette partie repose surtout sur une expérience curieuse de M. Joule, dont les résultats ont été vérifiés et reconnus exacts par M. Regnault. Dans cette expérience, une dilatation de gaz produite dans des vases clos, sans engendrer aucun travail mécanique, n'absorbe aucune quantité de chaleur ; c'est une très belle

expérience qui révèle un phénomène imprévu ; mais fournit-elle une base suffisante pour établir toute la théorie du travail mécanique de la vapeur ? Nous ne le pensons pas.

» Nous ne nous chargeons pas d'expliquer ce phénomène ; toutefois nous pensons qu'en l'absence de pression extérieure, il se passe quelque chose d'analogue à ce qui survient souvent à la partie supérieure d'une colonne thermométrique ou barométrique, où les molécules liquides se séparent souvent par un effet d'inertie. Ce qui donne quelque probabilité à cette explication, c'est que, d'après des expériences récentes de MM. Joule et Thompson, il y a en réalité une très petite quantité de chaleur absorbée par la dilatation de l'air sans travail produit, et que la quantité est bien plus notable avec l'acide carbonique, c'est-à-dire avec un gaz qui se liquéfie facilement, sur lequel on opère à une bien moindre distance de son point de liquéfaction.

» Quoi qu'il en soit, les expériences dont nous venons de parler ne changent en rien les résultats des expériences faites sur les gaz dans les conditions habituelles, c'est-à-dire quand leur dilatation doit surmonter une pression. Or il nous a semblé facile de déduire de ces expériences le travail mécanique que peut théoriquement engendrer l'unité de chaleur ; résultat capital auquel toutes ces recherches ont surtout pour objet de conduire.

» Auparavant nous dirons quelques mots d'une détermination semblable due à M. Joule. — L'auteur suspend un poids à une corde, qui fait tourner en descendant un axe garni d'ailettes qui plongent dans l'eau. La chute du poids donne une quantité de travail ; le mouvement des ailettes dans l'eau dégage de la chaleur en raison du travail moteur. De là il déduit la chaleur correspondant à un travail donné ou inversement. C'est ainsi qu'il trouve 434 kil. mèt. pour le travail d'une calorie. De ce qu'il faut une grande quantité de travail pour produire une calorie, il nous paraît erroné de conclure qu'une calorie pourra engendrer cette grande quantité de travail. Si l'appareil de M. Joule devait servir à faire mouvoir une roue à palettes pour élever de l'eau, il faudrait lui appliquer le coefficient 0,40 ou 0,50. Bien probablement la transformation du travail en chaleur, loin de diminuer cette perte, l'augmente beaucoup, et loin que l'expérience de M. Joule prouve l'exactitude du chiffre 434, elle nous semble indiquer que le chiffre exact ne doit pas atteindre 200.

» Revenons au calcul qui nous paraît possible dans l'état actuel des connaissances physiques.

» L'air se dilate de 0,00367; le travail de 1 kil. d'air, occupant sous la pression atmosphérique 0,77 de mètre cube, sera donc pour un échauffement de un degré

$$0{,}00367 \times 0{,}77 \times 10330 = 29^{km}{,}19.$$

Ce travail ne sera pas le seul produit par l'échauffement d'un kil. d'air; celui engendré par la détente de l'air, pouvant produire une diminution de température d'un degré, sera encore dû à cette chaleur. Or, l'accroissement de volume pouvant produire cet effet est de $\frac{1}{116}$ d'après Poisson (résultat déduit par lui de la vitesse du son), de 0,101, d'après des expériences directes de Clément et Desormes. Adoptons $\frac{1}{75}$ pour avoir une valeur sûrement trop forte, au delà de toutes les limites des erreurs d'observation. Le travail correspondant à l'utilisation de cette chaleur ne pourra naître qu'autant qu'on diminuera la pression; pour que le volume devienne $1+\frac{1}{75}=\frac{76}{75}$, il faut que la pression devienne $\frac{75}{76}=1-\frac{1}{76}$. La force élastique utilisée sera donc seulement $\frac{1}{76}$ de la pression atmosphérique. Le travail dû à cette détente sera donc

$$\frac{1}{75} \times 0{,}77 \times \left(10330 \times \frac{1}{76}\right) = 1{,}40$$

Le travail total sera donc $29{,}19+1{,}40=30{,}49$ kil. mèt. Cette quantité correspondant à l'échauffement de 1° d'un kil. d'air, c'est-à-dire à 0,2377 de calorie d'après les déterminations de M. Regnault, on a la proportion :

$$0{,}2377 : 1 :: 30{,}49 : x, \text{ ou } x = 128$$

c'est-à-dire qu'une calorie ne peut pas théoriquement produire plus de 128 kilogrammètres.

« Nous n'insisterons pas ici pour montrer que ce chiffre est dans un rapport satisfaisant avec les meilleures constructions des machines à vapeur, n'ayant voulu qu'établir ici un principe essentiel, et appeler la critique sur ce que nos raisonnements peuvent avoir de contestable. »

CRISTALLOGRAPHIE. *Quartz.* — M. Descloizeaux a communi-

qué à la Société un mémoire sur la cristallisation et les propriétés optiques du quartz.

L'auteur de ce mémoire a eu pour but :

1° de déterminer les modifications nouvelles d'un grand nombre de cristaux de localités très variées ;

2° De rechercher s'il y avait quelque relation constante entre les accidents de la forme extérieure et la structure intime du minéral.

La partie cristallographique de ce travail a pleinement confirmé l'opinion de Haüy, que c'était au rhomboèdre, et non au prisme hexagonal, qu'on devait rapporter la forme primitive du quartz, et elle a fixé à 153 le nombre des modifications maintenant connues :

1° 29 rhomboèdres parallèles au primitif, dont 22 nouveaux ;

2° 31 rhomboèdres inverses au primitif, dont 23 nouveaux ;

3° 24 faces plagièdres appartenant à la zone formée par les trois faces $e^{\frac{1}{2}}$, *s*, e^2 (trapézoèdres de premier ordre, de Rose), dont 20 nouvelles : dans cette zone la face $e^{\frac{1}{2}}$ est le rhomboèdre de même angle que le primitif, mais de position contraire ; la face *s*, est celle que Haüy désignait sous le nom de rhombe, à cause de la forme particulière que lui assigne sa position sur les angles solides du prisme hexagonal ; et la face e^2 est une face du prisme hexagonal situé sur les angles latéraux de la forme primitive ;

4° 22 faces plagièdres de la zone *p*, *s*, e^2 (trapézoèdres de second ordre, de Rose), dont 14 nouvelles ;

5° 2 prismes hexagonaux, dont l'un est tangent aux arêtes de l'autre ;

6° 11 prismes symétriques à six ou à douze pans, situés sur les arêtes verticales du premier prisme hexagonal, dont 9 nouveaux;

7° Un isoscéloèdre complet, tangent aux six arêtes de la pyramide, qui termine en général les cristaux de quartz ;

8° Trois hémi-isoscéloèdres, dont deux nouveaux, et dont le troisième, formé par la face rhombe de Haüy, a reçu de M. G. Rose le nom de trigonoèdre de droite, et de trigonoèdre de gauche ;

9° Deux hémiscalénoèdres obtus, nouveaux, situés sur les arêtes culminantes du rhomboèdre primitif ;

10° 28 hémiscalénoèdres obtus ou aigus, dont 26 nouveaux, situés sur les angles latéraux du rhomboèdre primitif, et compris au moins dans une des zônes formées par les autres faces.

L'examen des phénomènes optiques a fait reconnaître :

1° Que le sens de la rotation n'est pas constamment en rapport, comme on l'avait cru jusqu'ici, avec le sens giratoire de l'hélice formée par tous les plagièdres de la zône $e^{\frac{1}{2}}\ s\ e^{2}$ (trapézoèdres de premier ordre) ;

2° Que la position de la face rhombe sur les angles latéraux du prisme hexagonal, et par suite l'orientation du solide, produit par les trois faces supérieures et les trois faces inférieures de cette espèce, symétriquement placées sur un cristal simple, est le seul caractère d'où l'on puisse, à priori, conclure sûrement la direction dans laquelle un cristal de quartz fera dévier le plan primitif de polarisation. Le solide dont il s'agit (trigonoèdre de Rose), pouvant être tourné tantôt à droite, tantôt à gauche de l'observateur, forme, dans ces deux positions respectives, deux pyramides à six plans triangulaires, parfaitement égales entre elles, analogues aux solides hémièdres qu'on a reconnus dans tous les sels doués des propriétés rotatoires ; seulement, à cause de la position particulière de la face rhombe, sur les cristaux de quartz, si l'on retournait une de ces pyramides, elle pourrait se superposer sur la seconde, tandis qu'en général, les solides hémièdres des autres sels ne sont pas superposables ;

3° Que, dans les mâcles par enchevêtrement, la limite intérieure des individus qui constituent le cristal composé paraît le plus généralement très irrégulière, et n'offre pas de rapport constant avec la limite extérieurement visible ;

4° Que les groupements intérieurs reconnaissables dans la lumière polarisée paraissent à peu près constants pour tous les échantillons d'une même localité, tandis qu'ils sont différents pour ceux dont le gisement n'est pas le même ;

5° Que les combinaisons très variées de lignes neutres et de teintes plates qui s'observent dans les plaques à deux rotations, du Brésil, peuvent généralement s'expliquer par la pénétration de lames de rotations inverses, dirigées presque exclusivement suivant des plans parallèles aux faces du rhomboèdre primitif ;

6° Enfin, que, dans la plupart des améthystes du Brésil, les

lames minces violettes, de rotations contraires, noyées dans un cristal de quartz incolore, paraissent constamment parallèles, soit aux faces culminantes du rhomboèdre primitif, soit aux faces rhombes placées symétriquement sur trois angles alternes du prisme hexagonal : quant aux plages incolores, elles possèdent parfois la même rotation dans toute leur étendue ; d'autres fois, elles se composent d'une partie lévogire et d'une partie dextrogire, dont le plan d'assemblage a la même direction que le second prisme hexagonal, d^1.

Séances du 14 avril et du 12 mai 1855.

MÉCANIQUE. *Résistance des solides.*—Dans ces deux séances, M. de Saint-Venant a communiqué divers résultats relatifs à la *torsion d'un prisme à base de triangle équilatéral*, à celle de *deux prismes ou cylindres parallèles rendus solidaires*, etc. Ils sont résumés dans la note suivante.

« Nous avons, dit-il, démontré dans de précédentes communications, ainsi que dans un mémoire lu devant l'Académie des sciences de Paris, le 13 juin 1853 (Mém. des sav. étr., t. XIV), que les cylindres à base circulaire sont les seuls solides prismatiques dont les sections transversales restent planes lorsqu'on tord ces corps autour de leur axe de figure. Les points de tous les autres prismes éprouvent par la torsion, en même temps que les déplacements transversaux provenant de leurs rotations relatives, des *déplacements inégaux dans le sens longitudinal*, en sorte que leurs sections primitivement planes et normales à l'axe se courbent ou se *gauchissent* plus ou moins ; et c'est de la détermination de ces déplacements *longitudinaux* que dépend celle du moment des forces capables de produire une torsion déterminée, ainsi que l'établissement des conditions de résistance ; car ces déplacements une fois trouvés donnent, en différentiant leur expression par rapport aux coordonnées transversales, ce qu'il faut ajouter positivement ou négativement aux inclinaisons prises sur l'axe par les *fibres* changées en hélices, pour avoir les *glissements*, mesurés par les inclinaisons qu'acquièrent ces mêmes fibres sur les éléments des sections gauchies, et pour obtenir, par conséquent, les résistances élémentaires dont le moment total est égal au *moment de torsion*, et dont les grandeurs comparées, en révélant la position des *points dangereux*, apprennent s'il y a péril de rupture.

»La connaissance de ces déplacements longitudinaux dépend de la solution d'une équation aux différentielles partielles du second ordre, à intégrer de manière à satisfaire à une condition *définie* relative aux points des faces latérales et exprimant que ces faces n'éprouvent aucune pression (ou ne supportent que celle de l'atmosphère, dont il n'y a pas à s'occuper quand on ne cherche que les déplacements en sus de ceux qu'elle a déjà produits).

»L'intégration donne une expression algébrique monome quand la base du prisme est elliptique, et une série transcendante quand cette base est rectangulaire. Mais il y a une infinité d'autres bases, de forme extrêmement variée, pour lesquelles l'intégration, et, par suite, la solution complète du problème de la torsion dans les conditions ordinaires est possible sous l'une ou sous l'autre de ces deux formes ; car on n'a qu'à prendre arbitrairement l'une quelconque des intégrales particulières, en nombre infini, de l'équation différentielle du second ordre, et qu'à substituer dans la condition définie, qui est du premier ordre, pour avoir, au moyen d'une intégration qui s'effectue toujours d'elle-même sans facteur, l'équation du contour de la base du prisme dont la torsion produirait les déplacements longitudinaux exprimés par l'intégrale particulière prise arbitrairement.

» Nous en avons donné, à notre lecture de 1853, plusieurs exemples pris parmi les courbes formées du quatrième et du huitième degré, symétriques et égales dans les deux sens transversaux, ce qui nous a permis de déterminer les lois de la torsion de divers prismes à base de carré curviligne, et d'étoiles à quatre pointes arrondies donnant quatre nervures ou côtes saillantes.

» Nous avons appliqué, depuis, le même procédé à des prismes dont les bases ne sont point *égales* dans les deux sens, et, même, ne sont *symétriques* que par rapport à un de leurs deux axes principaux d'inertie, ce qui nous a donné, entre autres résultats nombreux, le moment de torsion et les conditions de résistance *du prisme à base de triangle équilatéral*, et même d'un prisme dont la base se compose de deux orbes séparés, ou, ce qui revient au même, de l'ensemble de deux prismes parallèles et non contigus, mais rendus solidaires de distance en distance, de manière que leur torsion autour d'un même axe placé au milieu de leur intervalle ne les fasse pas tourner sur eux-mêmes indépendam-

ment l'un de l'autre, ou de manière que leurs bases se regardent toujours par les mêmes sommets.

» Nous avons reconnu ainsi qu'en formant le produit de la *torsion* (c'est-à-dire de l'arc de rotation relative des bases pour l'unité de longueur du prisme et pour l'unité de distance de leurs points à l'axe) par le moment d'inertie de la base autour de l'axe de torsion et par le coefficient d'élasticité de glissement transversal, le moment des forces qui font tordre, loin d'être toujours égal à ce produit, comme quelques auteurs l'ont pensé et comme cela a lieu effectivement dans le seul cas d'une base circulaire, *n'en est que les trois cinquièmes* lorsque le prisme est à base de triangle équilatéral, et *en est à peine la cinquante-quatrième partie* lorsque la base se compose, comme nous venons de le dire, de deux orbes ovoïdes séparés, distants d'environ quatre fois leur largeur à peu près égale à leur hauteur. — D'où il suit que l'on n'augmente nullement la résistance à la torsion, comme on fait la résistance à la flexion, en composant les pièces de deux parties avec un intervalle vide.

» *Analyse.* Soient u le déplacement dans le sens longitudinal, ou des coordonnées x supposées parallèles aux arêtes du prisme, d'un point quelconque dont les coordonnées sont x, y, z ; v, w les déplacements transversaux, parallèles respectivement à celles-ci ; θ la torsion ; G et G′ les coefficients d'élasticité de glissement dans les sens y et z (les deux cinquièmes environ du coefficient d'élasticité d'extension E quand la matière est d'égale contexture en tous sens).

» L'on a, par la nature même du mouvement de torsion, pour les déplacements transversaux,

$$(1) \qquad \frac{dv}{dx} = -\theta z \,, \quad \frac{dw}{dx} = \theta y .$$

Mais le déplacement u ne peut être donné que par l'intégration de l'équation *indéfinie*

$$(2) \qquad G \frac{d^2u}{dy^2} + G' \frac{d^2u}{dz^2} = 0 \,,$$

de manière à satisfaire, pour *les points du contour des sections,* à l'équation dite définie

$$(3) \qquad G'\left(\frac{du}{dz} + \theta y\right)dy - G\left(\frac{du}{dy} - \theta z\right)dz = 0 .$$

Si l'on se borne au cas $G'=G$ d'égale élasticité transversale et aux intégrales particulières algébriques entières de (2) exprimées généralement par

(4) $u = a_1 y + a'_1 z + a_2(y^2 - z^2) + a'_2 2yz + a_3(y^3 - 3yz^2) + a'_3(3y^2 z - z^3) + \ldots,$

l'on trouve, en substituant dans (3) et intégrant, cette équation générale des contours correspondants des bases

(5) $\theta \frac{y^2+z^2}{2} - a_1 z + a'_1 y - a_2 . 2yz + a'_2(y^2 - z^2) - a_3(3y^2 z - z^3) + a'_3(y^3 - 3yz^2) - \ldots\ldots = \text{une constante } C$

ou, ce qui revient au même, en coordonnées polaires

(6) $u = a_1 r \cos\alpha + a'_1 r \sin\alpha + a_2 r^2 \cos 2\alpha + a'_2 r^2 \sin 2\alpha + \ldots.$

pour le déplacement longitudinal dû à une torsion θ imprimée aux prismes dont les bases ont leur contour représenté par

(7) $\theta \frac{r^2}{2} - a_1 r \sin\alpha + a'_1 r \cos\alpha - a_2 r^2 \sin 2\alpha + a'_2 r^2 \cos 2\alpha - \ldots. = C.$

» Or ce contour, qui a une forme circulaire si tous les coefficients a sont nuls ou si l'équation (7) se réduit à $\theta \frac{r^2}{2} = C$, offre une étoile à n saillies égales ou une figure qui revient coïncider avec elle-même en lui faisant faire un $n^{ième}$ de révolution autour de son centre si le premier membre de l'équation ne conserve, avec le terme $\theta \frac{r^2}{2}$, que des termes affectés de sinus et de cosinus de multiples entiers de $n\alpha$. Il offre diverses figures non égales dans les sens y et z, mais symétriques, comme l'ellipse, par rapport à chacun de ces deux axes, si l'équation ne contient que des cosinus pairs. Par exemple, en ne conservant que ceux de 2α et 4α et en revenant aux coordonnées ordinaires, ce qui permet de lui donner la forme

(9) $c^2 y^2 + b^2 z^2 + a(b^2 - c^2)(y^2 - z^2) - a(y^4 - 6y^2 z^2 + z^4) = (1-a) b^2 c^2,$

elle représente, lorsqu'on fait varier la constante a entre $\frac{c^2}{b^2+c^2}$ et $-\frac{\sqrt{2}-1}{2}$, une multitude de contours fermés dont les *demi-axes* sont b dans le sens des y et c dans le sens des z. Et, lorsque

c est imaginaire, l'on a des courbes séparées en deux orbes : celle dont nous avons parlé ci-dessus répond à $a = -\frac{1}{6}$, $c = \frac{b}{4}\sqrt{-1}$. Le glissement est réel en un point peu différent du centre de gravité de chaque orbe, et le plus grand glissement est $\frac{\theta b}{5}$, en sorte que la limite à imposer au moment de la torsion est la onzième partie environ de ce qu'on aurait en supposant que les sections restent planes et normales à l'axe de torsion. Le point dangereux, pour ces diverses courbes du 4ème degré, répond à $y=o$, $z=c$ lorsque c est réel et $a > \frac{-bc}{b^2+c^2}$. Dans le cas contraire il répond à $z=o$, $y=b$. Lorsque a atteint sa limite négative $-\frac{\sqrt{2}-1}{2} = -0,2071$, les contours simples ou doubles sont compris entre deux hyperboles qui se coupent.

» On a diverses courbes fermées à trois cornes ou sommets semblables et également espacés, comprises entre le cercle d'un rayon $2b$ et le triangle équilatéral inscrit, quand l'équation (5) se réduit à

$$(10) \qquad 2b\,(y^2+z^2) - a\,(y^3 - 3yz^2) = 8b^3(1-a)$$

le nombre arbitraire a variant entre zéro et $\frac{2}{3}$.

» Et, lorsque $a = \frac{2}{3}$, cette équation du troisième degré, décomposable en trois du premier degré, représente les trois côtés de ce même triangle équilatéral. On obtient en conséquence, pour les déplacements longitudinaux des points du prisme qui a ce triangle pour base, par suite d'une torsion θ qu'on lui fait éprouver,

$$u = -\frac{\theta}{6b} r^3 \sin 3\alpha = -\theta \frac{3y^2z - z^3}{6b},$$

d'où, pour le moment de torsion $\frac{9}{5} G\theta b\sqrt{3}$, ou, comme nous avons dit, les $\frac{3}{5}$ du produit de $G\theta$ et du moment d'inertie de la base triangulaire autour de son centre.

» La plus forte des inclinaisons des fibres sur les éléments de la section devenue courbe a lieu au milieu des côtés du triangle, et elle a pour valeur $\frac{3}{2} b\theta$. Son produit par G ne doit pas excéder le plus grand effort tangentiel T auquel on puisse exposer l'unité superficielle de la matière du prisme sans mettre sa cohésion en péril. On a donc pour condition de sa résistance à la rupture que le moment de torsion n'excède par $\frac{6}{5} b^3 T \sqrt{3}$, ce qui fait les $\frac{4}{5}$ de ce qu'on aurait par la théorie ancienne, qui supposait que les sections planes restent planes.

» C'est, après la base circulaire, la base triangulaire équilatérale pour laquelle les formules de résistance des prismes à la torsion ont le plus de simplicité. »

MÉCANIQUE. *Résistance des matériaux.* — Dans la séance du 12 mai, M. Bresse, ingénieur des ponts-et-chaussées, a lu un mémoire sur les effets produits par les variations de température, dans les arcs métalliques, au moyen desquels sont soutenues les fermes de divers ponts et charpentes. Pour simplifier la question, l'auteur a supposé que la section transversale de l'arc est constante; que cet arc repose à ses deux extrémités sur des appuis simples, analogues à des articulations, qui maintiennent sa corde invariable; enfin, que la fibre moyenne, primitivement circulaire, fléchit en restant dans son plan, ce qui exige que ce plan coupe celui d'une section transversale quelconque, suivant un axe principal d'inertie. Cela posé, trois questions principales doivent être résolues :

1° Quelle poussée l'arc exerce-t-il sur ses appuis, quand une dilatation linéaire produirait un allongement de sa corde, si l'obstacle des appuis était enlevé? 2° Quelle sera la quantité correspondante dont se relèvera le sommet de l'arc? 3° A quelle pression maximum par unité de surface dans la matière de l'arc donneront lieu les effets dont on vient de parler?

Renonçant à une application de la théorie mathématique de l'élasticité, à peu près impossible dans l'état actuel de la science, M. Bresse a fondé la solution sur les hypothèses admises depuis longtemps dans la résistance des matériaux.

Soient a la demi-ouverture de l'arc; f la flèche; r le rayon; φ le demi-angle au centre, c'est-à-dire l'angle qui satisfait à la relation $\tang \frac{1}{2} \varphi = \frac{f}{a}$; G le rayon de gyration de la section transversale, par rapport à l'axe perpendiculaire au plan de la fibre moyenne et passant au centre de gravité; Ω l'aire de cette section; λ le coefficient de dilatation linéaire; E le coefficient d'élasticité; Q la poussée; y le relèvement au sommet; p la pression maximum par unité de surface.

En exprimant que la variation de la corde est nulle, on trouve d'abord :

$$(1) \quad Q = E\Omega\lambda \frac{G^2}{a^2} \frac{2\sin^3\varphi}{\varphi + 2\varphi\cos^2\varphi - 3\sin\varphi\cos\varphi + \frac{G^2}{a^2}\sin^2\varphi(\varphi + \sin\varphi\cos\varphi)}.$$

La valeur de Q conduit à celle de y :

$$(2) \quad y = 2\lambda a \left[\frac{1}{2} \frac{1-\cos\varphi}{\sin\varphi} + \frac{\frac{3}{2}\sin^2\varphi - \varphi\sin\varphi\cos\varphi + \cos\varphi - 1 - \frac{G^2}{2a^2}\sin^4\varphi}{\varphi + 2\varphi\cos^2\varphi - 3\sin\varphi\cos\varphi + \frac{G^2}{a^2}\sin^2\varphi(\varphi + \sin\varphi\cos\varphi)} \right].$$

La formule (1), simplifiée dans l'hypothèse de φ très petit, devient :

$$(3) \quad Q = E\Omega\lambda \frac{G^2}{G^2 + \frac{8}{15} f^2},$$

expression dont le calcul est facile, mais qui, d'après la manière dont elle a été obtenue, semblerait ne devoir s'appliquer qu'aux arcs très surbaissés. Toutefois, en examinant la question plus à fond, on reconnaît que si la formule (3) entraîne une grande erreur relative quand φ se rapproche de l'angle droit, en même temps Q devient petit, et l'erreur absolue est elle-même très faible. Par exemple, pour le fer, dans les circonstances ordinaires, l'application de la formule (3) donnera toujours une erreur absolue à $0^{kil},02$ par millimètre carré de section transversale, force insignifiante devant celle que le fer peut supporter. Ainsi, pratiquement, la valeur simplifiée de Q sera toujours assez exacte.

Quant à la formule (2), M. Bresse a démontré qu'on pouvait la remplacer par l'une des deux suivantes :

(4) $$y = \lambda f\left(1 + \frac{5}{12}\frac{a^2}{G^2 + \frac{8}{15}f^2}\right),$$

(5) $$y = 0{,}78.\ 2\lambda r.$$

La première, quoique établie dans l'hypothèse d'un arc très surbaissé, donne encore une valeur assez exacte quand il s'agit d'arcs rapprochés du plein cintre ; l'erreur relative n'atteint pas 9 pour 100. La seconde peut aussi être substituée à la formule (2) avec une approximation bien suffisante, pourvu que le rappport $\frac{f}{a}$ ne soit pas inférieur à $\frac{1}{12}$, et que $\frac{G^2}{a^2}$ soit au-dessous de 0,001, conditions qui se trouvent remplies par la presque totalité des arcs existants. Dans ce cas l'erreur relative de la formule (5) ne dépasserait pas 7 pour 100, et serait en général beaucoup plus faible.

La formule (5), dans les limites de son application, met en évidence un fait remarquable : c'est que *le sommet de l'arc se relève des* 78 *centièmes de la quantité dont s'allongerait son diamètre, dans le cas d'une libre action de la chaleur, sans obstacle de la part des appuis.*

La pression maximum p spécialement due à l'action de la température se produit au sommet de l'arc. En supposant la hauteur h de la section transversale divisée en deux par le centre de gravité, et prenant la formule (3) pour expression de la poussée, on trouvera

$$p = E\lambda \frac{G^2 + \frac{1}{2} h f}{G^2 + \frac{8}{15} f^2},$$

valeur que l'on peut simplement réduire à

$$p = E\lambda \frac{h}{f},$$

sauf les mêmes restrictions que pour la formule (5).

Séance du 19 mai 1855.

ANATOMIE COMPARÉE. *Structure du cervelet.* — M. Pierre Gratiolet a lu sur ce sujet la note suivante :

« On doit essentiellement distinguer deux choses dans le cervelet, savoir : 1° les couches corticales, 2° les fibres qui unissent ces couches, soit à la moelle, soit aux parties antérieures de l'encéphale.

» I. *Couches corticales.* Elles sont au nombre de trois, et diffèrent par leurs couleurs propres et par les éléments de leur structure. La première, ou plutôt la plus profonde, est formée d'un milieu diaphane dans lequel l'œil aperçoit une multitude de petites cellules dont le noyau est très distinct ; la seconde, c'est-à-dire l'intermédiaire, est transparente et montre à peine quelques granules clairsemés ; la troisième, c'est-à-dire la plus superficielle, diffère essentiellement des deux autres ; elle est en effet formée de fibres parallèles ou plutôt de cellules prismatiques très allongées, disposées comme le sont les fibres de l'émail sur une dent.

» Cette structure est si différente de celle que présentent les couches corticales du cerveau, qu'il est impossible de n'en être point frappé. Il est évident que des organes aussi différents ne peuvent avoir des fonctions semblables. Ainsi l'étude de la structure justifie les distinctions admises par les physiologistes.

» On sait que ces couches présentent dans les Mammifères et les Oiseaux des plis nombreux peu profonds en général, mais groupés en masses distinctes. Ces groupes s'agrégent à leur tour en masses plus considérables ; de là cette distinction de lames, de lobules et de lobes que tous les auteurs ont admise.

» Reil a donné de ces différentes parties dans le cervelet humain une description si parfaite, que les meilleurs anatomistes l'ont copiée. Nous croyons cependant devoir la modifier, parce que, malgré son exactitude, elle est présentée dans un sens qui se prête mal au développement des inductions physiologiques.

» Ainsi nous distinguerons dans la masse du cervelet : 1° un cervelet antérieur, comprenant les lobes antéro-supérieurs de Reil ; 2° un vermis médian ; 3° deux cervelets latéraux comprenant, *a.* les lobes postéro-supérieurs de Reil ; *b.* les lobes postéro-inférieurs ; *c.* les lobes grêles ; *d.* les lobes digastriques ; et, enfin,

e. les amygdales ; et 4° deux vermis latéraux rudimentaires dans l'Homme, où ils ont été décrits sous le nom de touffes et de lobules accessoires, mais qui prennent dans la plupart des animaux des proportions relatives très considérables.

» L'anatomie comparée démontre que, dans la série des Mammifères, les parties médianes du cervelet antérieur, le vermis médian et les deux vermis latéraux se développent dans le même sens, et que ce développement est toujours en raison de la grandeur de la moelle épinière, tandis que le développement des parties latérales du cervelet antérieur et des deux cervelets latéraux, est constamment proportionnel au volume relatif du cerveau. Elle apprend également que la grandeur des lobes latéraux est toujours en raison de la grandeur des plans superficiels du pont de Varole, et les parties latérales du lobe antérieur, en raison de ses plans profonds. Ces propositions, tirées de l'étude des formes superficielles ne subissent aucune exception. Ainsi, les relations que nous venons d'indiquer sont constantes. L'étude approfondie des faisceaux fibrillaires qui se ramifient ou s'épanouissent dans ces différentes régions du cervelet explique cette constance.

» II. *Des faisceaux fibreux qui s'épanouissent dans le cervelet.* A. *Pédoncules supérieurs du cervelet.* Ces pédoncules plongent d'avant en arrière dans le centre du cervelet, s'épanouissent autour de l'olive du cervelet, dont ils constituent l'écorce, et se plongent en plans foliacés qui se distribuent surtout dans les parties médianes du cervelet antérieur ; on peut aisément isoler par la dissection l'olive qui apparaît au centre de chaque moitié du cervelet dont elle semble être le noyau.

» B. *Pédoncules postérieurs du cervelet.* La composition de ces pédoncules est remarquable ; leur centre est formé par des faisceaux de fibres qui contiennent les faisceaux postérieurs de la moelle ; mais à la surface ils sont enveloppés de fibres émanées des faisceaux moyens à la région du bulbe ; ils contiennent ainsi des fibres sensitives et des fibres motrices. Leur marche dans le cervelet peut être suivie avec la plus grande facilité. Ils se portent en effet en dehors de la racine de l'olive, contournent son côté antérieur, passent d'avant en arrière à leur côté interne et se prolongent en dehors jusque sur les côtés du pont de Varole ; ces

pédoncules forment donc une anse autour de l'olive du cervelet; de cette anse naissent la plus grande partie des plans fibreux qui vont aux parties médianes du cervelet antérieur, au vermis médian et à l'un des deux vermis latéraux. Ces différentes parties ont donc dans le pédoncule postérieur une base commune, et, en conséquence, il n'est pas étonnant qu'elles se développent simultanément, et toujours en raison du volume de la moelle épinière dont le pédoncule cérébelleux postérieur est un prolongement.

» C. *Pédoncules moyens*. Les pédoncules moyens sont formés de deux ordres de fibres. Les unes émanent des plans profonds de la protubérance et vont aux parties latérales du cervelet antérieur; les autres émanent des plans superficiels de la protubérance, et s'épanouissent dans les cervelets latéraux. Ainsi se trouvent justifiées les relations que nous avons indiquées plus haut.

»Les vrais rapports des fibres de la protubérance avec l'axe sont encore un problème pour les anatomistes. Ainsi nous ne pouvons théoriquement expliquer la relation constante qui existe entre le développement de la protubérance et celui des hémisphères cérébraux d'une part, et des cervelets latéraux de l'autre. Mais cette relation est un fait auquel on ne voit aucune exception. Dans les Singes, à mesure que les hémisphères cérébraux s'amoindrissent et se dégradent, le pont de Varole diminue, surtout dans ses plans superficiels. Plus les hémisphères cérébraux laissent le cervelet à découvert et plus leurs circonvolutions s'effacent, plus les plans du pont de Varole s'amincissent. L'importance des hémisphères cérébraux s'accroît-elle, même dans un type inférieur; les plis se multiplient-ils à leur surface? on verra, comme cela a lieu dans l'Éléphant, la protubérance augmenter, les plans superficiels recouvrir entièrement les plans profonds, et les cervelets latéraux s'accroître dans la mesure de cette augmentation.

» Ces considérations feront comprendre aisément pourquoi, bien que les hémisphères cérébraux de l'Éléphant aient, eu égard à leur forme générale, un caractère évident d'infériorité, ces hémisphères étant les plus grands et les plus compliqués que l'on connaisse, on observe en même temps dans cet animal un grand développement de la protubérance et des cervelets latéraux en même temps qu'un anéantissement complet des vermis latéraux et une réduction très-grande du vermis median, conditions générales

qui se rapprochent singulièrement de celles que présente le cervelet humain.

» III. *Inductions physiologiques.* Si nous considérons, d'après des expériences célèbres, le cervelet comme le régulateur des mouvements, nous ne pourrons nous empêcher de proposer les questions suivantes :

» 1° Les parties médianes du cervelet, le vermis médian et les vermis latéraux étant en relation avec le développement de la moëlle épinière, ne seraient-ils pas essentiellement les organes coordinateurs des mouvements automatiques qui ont pour principe la moëlle épinière ?

» 2° Les parties latérales du cervelet antérieur et les cervelets latéraux étant en relation avec le développement des hémisphères cérébraux ne doivent-ils pas être considérés comme les agents coordinateurs des mouvements qui sont déterminés par l'action de ces hémisphères, en d'autres termes par l'intelligence dont ces parties sont l'organe immédiat ?

» IV. *Des expansions du nerf acoustique dans le cervelet.* Une des racines du nerf acoustique plonge dans le cervelet avec le corps restiforme et semble suivre la distribution de ses plans. Cette relation intime du nerf acoustique avec un organe coordinateur des mouvements du corps est un fait de la plus haute importance. J'avais longtemps douté de la réalité de cette relation, annoncée pour la première fois par M. Foville ; mais cette réalité est incontestable. J'ai été, à mon tour, assez heureux pour découvrir les vastes expansions que les racines du nerf optique envoient dans une certaine région de l'écorce du cerveau. Ces faits appartiennent à l'ordre de ceux sur lesquels on pourra, à une époque plus ou moins éloignée de nous, asseoir les bases d'une histoire naturelle de l'encéphale des animaux et de l'Homme, histoire où seront expliqués non pas le fait mystérieux de l'union de l'âme et de la matière, fait tout aussi incompréhensible que celui du mouvement dans les corps, mais une relation parfaite et intelligible entre la composition de l'organe de l'âme et la nature actuelle des phénomènes par lesquels elle se manifeste au dehors. A cet égard Gall et ses sectateurs ont fait un grand tort à la physiologie du cerveau. En la défendant par de mauvaises raisons, ils ont, à des yeux prévenus, perdu sa cause. Quant à nous, il nous

semble qu'on peut prétendre encore à chercher entre l'âme et le cerveau un rapport semblable à celui qu'on découvre entre la forme extérieure du corps et les tendances générales de l'esprit, rapport que tout le monde aperçoit, et que tous les poëtes philosophes et les naturalistes ont à l'envi célébré. »

Séance du 9 juin 1855.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. *Théorie des nombres.* — M. Serret communique à la Société les résultats suivants :

1° Soient $a, b, c, \ldots k$ les nombres premiers inégaux qui divisent un nombre entier n, le nombre N des congruences irréductibles de degré n et de module premier p est

$$N = \frac{p^n - \Sigma\, p^{\overline{\frac{n}{a}}} + \Sigma\, p^{\overline{\frac{n}{ab}}} - \ldots \pm p^{\overline{\frac{n}{abc\ldots k}}}}{n};$$

il faut remarquer que la quantité N serait encore un nombre entier si, au lieu du nombre premier p, on mettait un entier quelconque x.

2° Si n est un diviseur de $p-1$, il existe des congruences binomes irréductibles suivant le module p. On a effectivement ce théorème : soient g une racine primitive de la congruence $g^n \equiv 1$ $(\mathrm{mod}\, p)$, h une racine quelconque de a congruence $h^{\frac{p-1}{n}} \equiv g$ $(\mathrm{mod}\, p)$, la congruence $x^n \equiv h \pmod p$ est irréductible.

3° Si n ne divise pas $p-1$, mais qu'il ne renferme que des facteurs premiers appartenant à $p-1$, il y a encore des congruences binomes irréductibles de degré n, sauf le cas où p étant de la forme $4k+3$, le nombre n est divisible par 4. Ce cas étant mis de côté, soit m le plus grand commun diviseur de n et de $p-1$; désignons par g une racine primitive de $g^m \equiv 1 \pmod p$, par h une racine quelconque de $h^{\frac{p-1}{m}} \equiv g$, la congruence $x^n \equiv h \pmod p$ est irréductible.

4° Si n renferme un facteur premier qui ne divise pas $p-1$, il n'y a évidemment aucune congruence irréductible de degré n.

5° Si h n'est pas nul, la congruence

$$x^p - x - h \equiv 0 \pmod p$$

est irréductible.

6° Si $n+1$ est un nombre premier, et que le nombre premier

p soit congru suivant $n+1$ à une racine primitive de $n+1$, la congruence

$$\frac{x^{n+1}-1}{x-1} \equiv 0 \pmod p$$

est irréductible.

Soit r une racine primitive de $n+1$, la formule $k(n+1)+r$ renferme une infinité de nombres premiers p; donc en particulier l'équation

$$\frac{x^{n+1}-1}{x-1} = 0$$

est irréductible, si $n+1$ est un nombre premier, théorème connu depuis longtemps.

Séance du 14 juillet 1855.

GÉOLOGIE. *Montagnes des Corbières.* — Sous le titre de *Résumé d'un Essai sur la géologie des Corbières*, M. d'Archiac a communiqué à la Société le travail dont nous allons rendre compte.

La surface comprise dans ce travail est assez nettement limitée à l'est par la côte de la Méditerranée, de l'embouchure de l'Aude à celle de l'Agly, au nord par le cours de l'Aude jusqu'à Carcassone, et à l'ouest par la vallée de cette même rivière, de Limoux à Axat. Au sud la limite n'est plus tracée par un bassin hydrographique, la disposition des cours d'eau ne s'accordant pas avec les caractères orographiques du pays ; mais elle est bien indiquée par la chaîne de montagnes qui, commençant près de Peyrestortes à s'élever de dessous la plaine quaternaire de Rivesaltes, se dirige à l'ouest en passant par Estagel, puis au sud de Saint-Paul, de Caudiès et de Quillan, pour se prolonger vers Bellesta.

Déjà M. Dufrénoy, dans des mémoires spéciaux et sur la carte géologique de la France, avait parfaitement tracé les caractères généraux de ce pays, et MM. Tournal, Vène, Bouis, Marcel de Serres, Leymerie et Tallavignes avaient décrit plusieurs parties de cet ensemble ; mais M. d'Archiac a pensé qu'il serait utile de coordonner, par de nouvelles observations, les faits déjà connus, en essayant de les classer d'une manière méthodique, d'y joindre des considérations orographiques négligées jusque-là et propres à faci-

liter l'intelligence complète des données géologiques, enfin de déterminer plusieurs horizons paléontologiques dont les rapports étaient restés douteux.

La surface indiquée ci-dessus qui forme un quadrilatère à côtés inégaux et un peu irréguliers, d'environ 200 lieues carrées, est essentiellement montagneuse, et sa portion centrale est souvent désignée sous le nom de *montagnes des Corbières;* mais cette dénomination n'a point de sens précis, elle ne s'applique d'une manière absolue à aucun massif, et comme ceux-ci sont assez nombreux, indépendants et appartiennent à des terrains d'âges fort différents, il était impossible de conserver cette expression pour une description un peu détaillée ; aussi l'auteur ne l'a-t-il employée que comme titre général comprenant l'ensemble des montagnes dont il s'est plus particulièrement occupé. On a quelquefois aussi compris sous le nom de *Hautes-Corbières* le massif de Mouthoumet, celui des environs de Tuchan et la chaîne complexe dont le pic de Bugarach n'est qu'un appendice ; puis sous celui de *Basses-Corbières* les montagnes des environs de la Grasse, le mont Alaric, etc. ; mais cette division incomplète et tout à fait arbitraire ne répond nullement aux exigences de la géologie.

A l'exception des dépôts modernes et quaternaires, les couches des autres terrains ont été plus ou moins disloquées, de sorte qu'aucune d'elles ne se présente actuellement dans sa position première. Dans les terrains tertiaire et secondaire ces dislocations, à peu d'exceptions près, n'ont donné lieu qu'à des vallées et à des montagnes monoclinales. On n'y remarque que deux ou trois exemples de montagnes à pentes anticlinales et point de vallées synclinales proprement dites. La surface de ce pays peut être comparée à celle d'un parquet dont les feuilles auraient été plus ou moins dérangées en tournant sur un de leurs côtés comme charnière. On remarque peu de lignes de direction principales ou dominantes, si ce n'est dans la partie sud, et l'angle plus ou moins ouvert qu'affectent les divers systèmes de couches par rapport à l'horizon, combiné avec leurs caractères pétrographiques, détermine les formes extérieures de chaque massif montagneux.

La plupart de ceux-ci ne portent point de noms particuliers, et chaque portion d'une même chaîne comprise dans le territoire d'une commune est désignée par le nom de cette dernière ou bien

par le simple mot de la *montagne* par opposition à celui de la *garrigue* que les habitants appliquent particulièrement aux plaines. Un pareil morcellement de dénomination a pu sans inconvénient être employé dans les opérations du cadastre, mais il n'en serait pas de même dans une description physique et naturelle. D'autres dénominations telles que celles de mont Tauch, de pic de Bugarach, de roc de Bitrague, etc., ne s'appliquant qu'à des montagnes isolées, souvent en dehors des chaînes, ne pouvaient pas davantage servir à désigner ces dernières ; aussi M. d'Archiac leur a-t-il assigné des noms particuliers toutes les fois qu'elles n'en avaient pas encore reçu soit sur les cartes soit dans le pays.

§ 1. *Orographie des Corbières.* — L'auteur énumère comme il suit, et en allant du nord au sud, les divers massifs montagneux dont l'ensemble constitue pour lui des *Corbières.*

1° *Montagnes de la Clape.* Ce massif, complétement isolé, court du nord 35° E., au sud 35° O. parallèlement à la côte. Il a 20 kilomètres de long sur 10 dans sa plus grande largeur vers le nord, et son altitude ne dépasse pas 200 mètres. Il est borné à l'est par la mer, au nord par le delta de l'Aude, à l'ouest par la plaine quaternaire de Narbonne, au sud par l'étang de Gruissan. L'aspect général de son relief est celui d'un dôme elliptique très surbaissé. Sa surface, peu accidentée dans sa partie septentrionale, offre au contraire vers le centre et le sud des fentes ou gorges profondes, à parois verticales qui en rendent l'accès difficile. Une crête rocheuse discontinue, flexueuse, un peu plus élevée que le reste de la surface, s'étend du nord-est au sud-ouest, de Saint-Pierre de Mer à la chapelle de Notre-Dame des Auzils.

Aucun cours d'eau permanent ne descend de la Clape. Quelques sources, peu abondantes, sourdent à la jonction de la nappe calcaire qui constitue son revêtement extérieur et des marnes ou calcaires marneux qui la supportent. Par suite de sa complète inaltérabilité, la surface de cette nappe épaisse est sèche, stérile, et donne à cette petite région naturelle un aspect triste et sauvage. Son isolement et la forme toute particulière de ses courbes surbaissées, terminées par des arêtes verticales, la font distinguer aisément à une grande distance. Les portions cultivées et de rares métairies sont situées sur les pentes inférieures du pourtour, ou

vers le fond de quelques vallons intérieurs là où la nature de la roche a permis la formation d'un sol arable.

La presqu'île qui porte le bourg de Gruissan se rattache à la Clape, et l'île de Saint-Martin, assez étendue et en partie cultivée, doit être regardée comme en faisant également partie, tant par son relief que par sa constitution géologique.

2° *Chaîne de Fontfroide.* On peut désigner, sous le nom de l'ancienne abbaye de Fontfroide, située dans une de ses gorges les plus profondes, la chaîne de montagnes dirigée comme la Clape N. 35° E., à S. 35° O., qui s'élève de la plaine au sud-ouest de Narbonne, pour se terminer à Sals, au nord-ouest de Durban, le long de la rive gauche de la Berre, avec une longueur d'environ 35 kilomètres. Cette chaîne diffère essentiellement de la précédente. Ses formes sont plus accentuées, ses crêtes plus anguleuses ; sa ligne de faîte, simple ou multiple, offre des arêtes plus vives, elle est aussi plus élevée et ses ramifications s'étendent au nord, sur la rive droite de l'Ausson, par Quilhanet, Bizanet et les environs de Montredon, de part et d'autre des routes de Narbonne à Lézignan et à la Grasse. On peut rattacher encore à ce massif la ligne de partage secondaire qui s'étend de Fontjoncouze à Thézan.

La plaine ondulée, souvent fort étroite, qui occupe le faîte de la chaîne de Fontfroide, parfois réduite à un simple dos d'âne plus ou moins arrondi, s'étend de la métairie de la Grange-Neuve par celle de la Quille à l'extrémité sud des bois de Fontfroide. Interrompue par la fente étroite, à parois verticales, où coule le torrent des moulins de Fontjoncouze, on peut considérer que la chaîne se prolonge par le grand escarpement de l'ermitage de Saint-Victor jusqu'au massif d'où descendent le Rabe, le ruisseau d'Albas et plusieurs petits cours d'eau qui se réunissent à la Berre sur sa rive gauche. Le profil de sa partie centrale peut être représenté par la section d'un tronc de cône faite suivant son axe et dont les arêtes seraient composées de plusieurs plans.

L'aspect de cette chaîne est beaucoup moins âpre et moins monotone que celui de la Clape. Elle présente sur plusieurs points des bois, assez clair-semés à la vérité, mais qui, avec les portions cultivées, contribuent aussi à la rendre moins triste à l'œil. D'assez nombreux cours d'eau prennent leurs sources sur son versant oc-

cidental, se réunissant à l'Ausson pour se jeter dans l'Orbieu. Au nord le Vieret descend du plateau de la Quille pour joindre la Roubine au-dessous de Narbonne, et de son versant oriental de petits ruisseaux se rendent aux étangs de Bages et de Sigean.

3° *Montagnes de Boutenac.* Un petit système de collines qui fait avec le précédent un angle de 35° à 40°, s'étendant de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, d'Auterive à Villerouge, par Boutenac, sur une longueur de 10 à 11 kilomètres, est en partie composée des mêmes roches et présente des caractères assez analogues quoique sur une échelle moindre. Quelques cours d'eau peu importants y prennent naissance au nord et se réunissent à l'Orbieu. Les collines de Boutenac sont ainsi comprises entre cette dernière rivière, le Rabe et l'Ausson.

4° *Chaîne d'Alaric.* Le massif dont la montagne d'Alaric constitue la partie principale et comme le noyau est dirigé de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-ouest, sur une longueur de 20 kilomètres et une largeur de 6 à 7. Il est compris entre la route de Lézignan à Carcassonne au nord, la vallée de la Bretonne à l'ouest, celles des Mattes et de l'Orbieu au sud et à l'est.

La montagne d'Alaric, qui en occupe le milieu, peut être représentée par une section de cylindre faite parallèlement à l'axe et qui aurait été fracturée sur quelques points de sa longueur. Elle atteint 602 mètres d'altitude dans sa partie orientale et elle est limitée, sur presque tout son pourtour, par une sorte de fossé profond qui sépare le revêtement de calcaires blanchâtres de la montagne des Marnes et des calcaires bleuâtres qui l'environnent. A son extrémité occidentale les calcaires s'abaissent doucement pour s'enfoncer sous ces dernières autour de Monze, tandis qu'à l'extrémité opposée, entre Mous et Camplong, une coupe ou brisure naturelle, oblique à l'axe du demi-cylindre, vient dévoiler complétement sa constitution géologique intérieure. La grande voûte que forme ainsi la montagne d'Alaric offre un exemple remarquable de soulèvement normal simple. Sa surface est nue et stérile, excepté dans quelques anfractuosités , comme à la métairie de Saint-Jean , où les couches marneuses et sableuses inférieures aux calcaires ont été amenées au jour.

5° *Montagnes de la Grasse.* Entre la chaîne d'Alaric au nord,

la rivière du Rabe à l'est, la vallée de l'Aude à l'ouest et le massif montagneux que nous désignerons par le nom du village de Monthoumet qui se trouve à peu près à son centre de figure, est une surface occupée par des montagnes qui n'affectent ni relief ni direction générale bien prononcés. Elles n'atteignent pas non plus une grande élévation, si ce n'est vers le sud (montagne de la Campe), et à l'ouest (cirque semi-elliptique de Fajac). Les environs de la Grasse sont un des points les plus intéressants de cette surface, qui peut être désignée par le nom de cette ville, bien qu'elle ne soit pas située tout à fait au centre.

Le relief et les contours de ces montagnes varient suivant les systèmes de couches qui les constituent et qui impriment à chacunes d'elles un caractère particulier en rapport avec cette composition. Les couches plus ou moins redressées plongent dans toutes les directions et sous des angles divers ; aussi est-ce particulièrement à cette région que peut s'appliquer la comparaison faite ci-dessus des feuilles d'un parquet qui auraient tourné sur un de leurs côtés comme charnière, tantôt dans un sens tantôt dans un autre, et n'ayant produit que des vallées et des collines à une seule inclinaison.

Sous le rapport hydrographique cette surface si accidentée se divise en deux bassins : l'un à l'est est celui de l'Orbieu, qui la traverse du sud-ouest au nord-est et qui reçoit l'Alsou, la Fourques et le Rabe ; l'autre à l'ouest est celui du Lauquet, réunissant les eaux de la Baris, de la Gumel, de la Lauzeille et de la Languete, pour se jeter dans l'Aude à Couffoulens. Quelques autres cours d'eau moins importants rejoignent directement cette dernière rivière.

6° *Montagnes de Monthoumet*. Les montagnes de transition qui forment une zône de 46 kilomètres de long sur 12 de largeur moyenne, depuis la petite rivière de Saint-Jean de Barrou à l'est jusque sur la rive gauche de l'Aude, au nord d'Alet et la rive gauche de la Sals au nord des bains de Rennes, laissant entre ces deux derniers points une baie profonde occupée par le groupe tertiaire inférieur, peuvent être regardées comme distinctes de toutes les autres, aussi bien par leurs caractères orographiques que par leur ancienneté. Vues d'un point élevé, elles offrent le plus ordinairement l'aspect de cônes arrondis au sommet,

pentes très régulières, souvent assez rapides et couvertes d'une herbe courte et fine formant d'immenses pelouses d'une uniformité remarquable, particulièrement sur le bord méridional du massif, à la limite du terrain secondaire. Excepté dans les gorges profondes que suivent les cours d'eau, on y observe peu d'escarpements abruptes et de ces crêtes rocheuses si fréquentes et si étendues dans les chaînes tertiaires et secondaires. Le temps semble y avoir effacé ces effets extérieurs du brisement des couches. Le mont Tauch, qui atteint à l'ouest de Tuchan une altitude de 881 mètres, appartient à ce massif.

Un assez grand nombre de cours d'eau y prennent leurs sources, tels sont la Rialsesse à l'ouest, plusieurs des petits affluents du cours supérieur de l'Orbieu, la Berre à l'est, et au sud la Vialette et un affluent du Verdouble qui a son origine au-dessus de Palairax. Le village de Monthoumet, situé à peu près au centre de figure de cette zône montagneuse, peut très convenablement lui imposer son nom.

7° *Chaîne de Montpezat.* Le massif de transition, dont on vient de parler, est limité à l'est par une chaîne calcaire qui, de la rive droite de la Berre, entre Gléon et Portel, s'étend au sud-sud-est précisément jusqu'à la limite des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, projetant, par Roquefort et la Palme, un rameau large et déprimé vers la Nouvelle. Le haut plateau, désigné sous le nom de taillis de Montpezat, en forme la partie principale, et continue, sur la rive droite de la Berre, mais dans une direction différente, les roches de sa rive gauche qui appartiennent à la chaîne de Fontfroide. La longueur de ce massif est de 17 à 18 kilomètres et sa largeur de 7 à 8. Entre Fraisse et Montpezat sa coupe transverse serait celle d'un tronc de cône. Vers le sud, les arêtes supérieures sont plus prononcées, et vers l'est le plateau qui s'abaisse est très ramifié. On y remarque les escarpements rocheux et abruptes des environs de Roquefort. Sa surface, autrefois couverte de bois assez peu épais, est aujourd'hui presque complétement nue et aride. Quelques cours d'eau qui en descendent se jettent directement dans les étangs de Leucate, de la Palme et de Sigean.

8° *Chaîne de Perillous et chaînons qui s'y rattachent.* A la limite des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, des

crêtes calcaires, dirigées presque est-ouest et se recourbant au sud, puis au sud-sud-ouest, se ramifient bientôt, à partir du col de Ladat. Le rameau le plus oriental, qui descend vers Vingrau, où il est momentanément interrompu, reprend bientôt sa direction sud-ouest pour venir se terminer à la tour de Tautavel, le point le plus apparent de tout le pays dans un rayon de 6 à 8 lieues. A l'est de cette crête coudée et jusqu'à la plaine quaternaire de Rivesaltes et au bord de l'étang de Leucate, s'abaisse un vaste plan calcaire, incliné au sud-est, d'une aridité extrême, et dont le seul cours d'eau est le petit ruisseau du Roboul. Deux plaines, semblables à deux oasis au milieu de cette nappe de pierre, en interrompent seules la monotonie : l'une est celle d'Opouls, formant un bassin elliptique à fond plat; l'autre semi-lunaire est occupée par les métairies des Gipières et de Saint-Thouin. Le village de Perillous (Perillos), qui donne son nom à la chaîne, se trouve au pied de la première pente calcaire de la crête est-ouest; le rameau qui court au sud prend le nom de *Rameau de Tautavel*, et le plan incliné oriental celui de *plan d'Opouls* et de *Fitou.*

Du col de Ladat, sur le parallèle de Tuchan, trois autres ramifications se détachent du tronc principal de Perillous en s'écartant au sud-ouest : l'un arqué se dirige vers le Pas del Trou, à l'ouest de Vingrau; l'autre, partant du col même et du Pech del Ginèvre, se dirige également au sud-ouest; enfin le troisième, que couronnent les ruines imposantes du château d'Aguilard, est beaucoup plus court et se termine à la Mole, aboutissant comme les autres à la petite plaine au sud de Tuchan, sur la rive gauche du Verdouble.

Ces ramifications, à profils triangulaires, de la chaîne de Perillous et du plan d'Opouls, sont l'origine des formes orographiques qui caractérisent la région méridionale des Corbières. Ainsi le versant oriental du chaînon de Tautavel, qui se confond à l'est avec le plan d'Opouls, s'abaisse au sud vers l'Agly; à l'ouest il se continue jusqu'au nord d'Estagel, où il oblige le Verdouble à faire vers l'ouest un coude très prononcé. Il en est de même au delà de cette rivière. Ainsi la montagne de Pasiols à Temaison, celle de la Croix de Lauzines au roc de la Cadrière, la crête de Vidal se trouvent sur le prolongement des bifurcations du col de Ladat et servent de point de départ aux grandes rides que l'on va suivre à l'ouest.

9° *Vallée de Caudiès et de Saint-Paul.* Les territoires de Maury, de Saint-Paul de Fenouillet et de Caudiès occupent une large vallée, à surface ondulée, dirigée est-ouest et bordée par deux crêtes montagneuses abruptes ; l'une au nord, désignée sous le nom de *chaîne de Saint-Antoine de Galamus*, d'après l'ermitage de ce nom situé au nord-ouest de Saint-Paul vers le milieu de son parcours; l'autre au sud, qui est la *chaîne de Lesquerde et d'Ayguebonne*, nom tiré des deux villages le plus rapprochés de sa ligne de faîte, au sud-est de Saint-Paul et au sud de Caudiès. La grande vallée ainsi limitée est à double pente, par suite d'une ligne de partage qui la coupe transversalement du nord au sud à l'est de Saint-Paul, et d'où part la petite rivière de Maury, qui parcourt sa partie orientale jusqu'à sa jonction avec l'Agly près d'Estagel. Dans sa portion occidentale, la Boulsanne descend du roc de l'Escales au midi de Montfort, la suit en tournant à l'est au-dessous de Puylaurens, passe à Caudiès et se jette dans l'Agly au sud de Saint-Paul. L'Agly, au contraire, qui prend sa source assez loin au nord de la chaîne de Saint-Antoine, traverse perpendiculairement cette chaîne et celle de Lesquerde par deux fentes étroites, à parois verticales ou surplombantes, de 250 à 300 mètres de hauteur ; puis, continuant son cours capricieux au sud-est et à l'est par la Tour de France et Estagel, coule, au-dessous de cette ville, entre deux chaînons calcaires indiqués ci-dessus. Enfin, après avoir arrosé la plaine de Rivesaltes, elle atteint la côte, où souvent, vers le milieu de l'été, elle est à peine représentée par un mince filet d'eau.

10° *Chaîne de Saint-Antoine de Galamus.* Les deux chaînes qui limitent au nord et au sud la vallée de Caudiès et de Saint-Paul, identiques par leur composition, leur structure et leur relief, diffèrent, par tous leurs caractères, de la plaine ondulée qui les sépare, et le contraste qui en résulte donne au paysage un attrait particulier qui frappe le voyageur le moins attentif.

A partir du château de Queribus ou mieux de la Croix de Lauzines au sud de Pasiols, la chaîne septentrionale forme une muraille légèrement inclinée au sud, dirigée à l'ouest, passant à l'ermitage de Saint-Antoine au-dessus de la brisure que traverse l'Agly et se prolongeant par le plateau élevé de Malabrec. Elle se déprime au col de Saint-Louis, se relève pour constituer les grands

escarpements de la forêt de Fanges, est coupée par le défilé de Pierre-Liz que parcourt l'Aude et limite au sud le bassin de Quillan. Dans toute cette étendue, qui est de plus de 50 kilomètres, la direction est exactement est-ouest, excepté vers l'extrémité occidentale où un rameau fort important se relève au nord-ouest; mais on peut considérer encore le long escarpement de Quirbajou qui suit la Rebenti comme en étant la continuation réelle.

Cette chaîne, dont les pentes sont tellement abruptes qu'excepté au col de Saint-Louis elle ne peut être traversée avec des mulets que sur très peu de points, n'a que 2 à 3 kilomètres de largeur. Sa crête et sa pente méridionale sont formées par un seul système de couches calcaires plongeant au sud sous un angle très ouvert, et sa pente nord, par les têtes de ces mêmes couches et l'affleurement de l'étage immédiatement sous-jacent. Elle ne donne naissance à aucun cours d'eau par suite de cette disposition, si ce n'est tout à fait à sa base, d'où s'échappent quelques sources.

A cette chaîne si simple et si nettement limitée sur son versant sud vient se rattacher au nord de nombreux et importants appendices qui doivent être étudiés avec soin, car ils entrent pour beaucoup dans les caractères extérieurs du pays qui s'étend jusqu'à la partie sud des montagnes de Monthoumet. Ainsi, la crête rocheuse qui, partant du château de Pierre-Pertuse au nord-ouest de Duilhac, se termine à l'ouest par le roc de Soulatge, se redresse avec une grande hardiesse, et l'on remarque à son extrémité occidentale une portion de couches repliées à angle droit. Quelques autres plissements moins prononcés s'observent encore dans le reste de cette immense écharpe dentelée. Le roc de Cubières, qui fait face à celui de Soulatge, se rattache par sa base au massif même de Saint-Antoine de Galamus.

A l'ouest du défilé de l'Agly, avant d'atteindre le plateau de Malabrac, la chaîne se dédouble, et une crête rocheuse, se dirigeant au nord-nord-ouest, vient se terminer au pic de Bugarach. Ce massif isolé s'élève brusquement au-dessus de la plaine qui l'entoure au nord et du ravin de Lauzadel à l'ouest, jusqu'à une altitude de 1231 mètres. C'est le point culminant de toute la région des Corbières, et ses formes anguleuses et heurtées, sa cime nue et coupée presque carrément, jointes à sa position, lui donnent un aspect fort imposant et tout à fait particulier, quels que soient le côté et la distance d'où on l'aperçoive.

De son sommet la vue embrasse un horizon qui n'a pas moins de 40 lieues de rayon et l'on peut bien juger de la disposition des crêtes calcaires parallèles qui l'avoisinent. On distingue, en effet, vers l'ouest jusqu'à la plaine de Caudiès, quatre de ces rides qui appartiennent à la chaîne de Saint-Antoine, et au delà deux qui dépendent de la chaîne de Lesquerde et d'Ayguebonne. Ces crêtes sont plus ou moins élevées et tranchantes. Les plus hautes sont comprises entre le méridien de Quillan et celui de Caudiès; à l'est elles ont moins de relief, mais leur *rectilignité* est toujours extrêmement remarquable. On peut reconnaître, à partir de la chaîne principale et en allant au nord, la crête de Saint-Julia à Saint-Louis, celle de Saint-Just au Petit-Parau, la montagne de Saint-Féréol et celle qui s'étend de Bezu à la métairie du Mas avec le massif de la Falconnière. Les couches de ces quatre crêtes plongent invariablement au sud, et jamais la comparaison que l'on a souvent faite d'une surface montagneuse vue d'un point élevé avec celle d'une mer houleuse n'a été plus exacte qu'ici, où ces rides apparaissent comme d'immenses vagues qui se rapprocheraient ensemble et parallèlement du rivage situé au nord. Le pic de Bugarach est une anomalie à cette régularité, anomalie dont on pourra chercher la cause lorsque la constitution géologique du pays aura été décrite. Enfin, une cinquième crête, peu prononcée mais continue, placée en avant de la base septentrionale du pic, ne paraît pas avoir été dérangée par son soulèvement.

Ces diverses crêtes calcaires ont toujours un relief qui les fait reconnaître à une très grande distance, aussi bien que leur teinte claire, leurs surfaces presque dépourvues de végétation, leurs escarpements abruptes, souvent subverticaux tournés vers le nord et couronnant des talus assez réguliers et moins arides. De leur base naissent plusieurs rivières, telles que les deux sources occidentales de l'Agly, au pied est du pic de Bugarach, le ruisseau de Lauzadel et plusieurs autres sur son versant ouest. Quelques-uns descendent des rides de Saint-Just, de Saint-Louis, de la forêt de Fanges, etc.

11° *Chaînes de Lesquerde et d'Ayguebonne.* Cette série de tronçons alignés parallèlement à la chaîne de Saint-Antoine et présentant absolument les mêmes caractères, commence à s'élever de dessous la plaine de Rivesaltes près de Peyrestortes, longe la rive droite de l'Agly jusqu'à Estagel en passant par l'hermitage de

Notre-Dame des Pennes et celui de Saint-Vincent, puis sur la rive gauche, où la portion comprise entre le coude du Verdouble et la rivière de Maury semble dépendre aussi du rameau sud-ouest de Tautavel. De ce point à Lesquerde ou au défilé de l'Agly, la chaîne éprouve quelques inflexions, mais au delà jusqu'aux escarpements verticaux que traverse le ruisseau des Adons et aux sites pittoresques des environs de Saint-Pierre et d'Ayguebonne, la chaîne constitue une muraille parfaitement alignée de l'est à l'ouest. Elle se prolonge de même au delà, malgré les coupures qui livrent passage à la Boulsanne et à l'Aude, et suit la rive droite de la petite rivière de la Rebenti.

12° *Montagnes de Quillan.* Quoique les montagnes qui entourent la petite ville de Quillan dépendent de la chaîne de Saint-Antoine prolongée vers l'ouest, leur disposition particulière exige une mention spéciale. En effet, à partir du défilé de Pierre-Lis, la chaîne se dirige au nord-ouest, puis au-dessus de Ginoles se courbe brusquement au nord-est de manière à faire un angle droit légèrement curviligne avec sa première direction. Un peu au nord de ce pli la grande route de Quillan à Bellesta passe la ligne de faîte. Ce rameau nord-est, d'une longueur égale au précédent, s'abaisse de même pour donner passage à l'Aude, puis se relève à l'Espinet pour cesser peu après. Le troisième côté du triangle subéquilatéral montagneux qui circonscrit le bassin de Quillan, bassin qui n'a d'issue que les deux gorges par lesquelles l'Aude y entre au sud et en sort au nord, est formé par plusieurs montagnes coniques, moins élevées que les précédentes, de teintes sombres ou noirâtres comme tout le fond du bassin, à pentes régulières reliées entre elles par des courbes concaves et dominées par le roc de Bitrague. L'ensemble de ces dernières montagnes rappelle d'une manière frappante l'aspect des volcans anciens et le roc de Bitrague lui-même a dans sa forme la plus grande analogie avec le Puy de Dôme.

13° *Bassin de l'Aude entre Alet et Quillan.* Les montagnes qui bordent la vallée de l'Aude entre Alet et Quillan sont du même âge que celles des environs de la Grasse et de la chaîne d'Alaric, mais elles présentent, dans cette partie du département, des caractères généraux qui les font distinguer de suite des chaînes secondaires dont on vient de parler. Si l'on fait abstraction d'une crête relevée, dirigée au nord-est, passant par Campagne, puis au-dessous

de Rennes pour se terminer un peu au delà du pont de Serres, on remarque, s'étendant à l'ouest par Nebias et Brenac jusqu'à Bellesta et à l'est sur les territoires de Granes, de Rennes, de Serres, et de Luc, une série de collines à plateaux, terminées par des arêtes rectilignes, horizontales ou faiblement inclinées, d'une étendue plus ou moins considérable et quelquefois brisées. Ces arêtes limitent des assises de calcaires blancs coupées verticalement, ou d'autres roches solides qui reposent sur des talus faiblement inclinés de marnes rouges. Entre les villages élevés de Rennes et de Saint-Féréol au sud, comme au nord entre Arques, Peyrole, Veraza, etc., ces alternances se présentent encore sous la forme de grandes vagues venant de l'ouest pour expirer contre les couches secondaires ou de transition.

14° *Montagnes des bains de Rennes, de Sougraigne et de Soulatge.* On peut désigner ainsi, faute d'une expression plus simple, les montagnes comprises entre le massif de transition de Monthoumet au nord, les montagnes de Tuchan à l'est, les rides parallèles à la chaîne de Saint-Antoine au sud, et les collines qui bordent la vallée de l'Aude à l'ouest. Ces montagnes, généralement allongées de l'est à l'ouest, moins élevées que celles qui les entourent, n'offrent point de caractères bien particuliers, sauf ceux qui résultent de leur composition même. On peut signaler cependant la voûte soulevée de Laferrière à l'endroit où elle est coupée par la gorge étroite où coule la Sals. Cette voûte se prolonge à l'est-nord-est sur la rive gauche du ruisseau salé de Sougraigne. Le sommet de l'escarpement au pied duquel s'échappent les sources salées a tous les caractères des grandes arêtes du sud. Les collines qui entourent les bains de Rennes, à l'ouest et au sud, sont couronnées par des grès aux formes fantastiques et bizarres, dont l'aspect rappelle celui des grès plus anciens des environs de Fourtou. Quant aux autres montagnes crétacées comprises dans le même espace, elles n'ont rien de particulier au point de vue où on les considère ici, et leur inclinaison générale au sud-sud-ouest contribue à l'uniformité de leurs caractères malgré les nombreuses dislocations qu'elles ont subies.

15° *Collines du groupe de la mollasse.* Pour terminer le coup d'œil des caractères physiques de la surface comprise dans ce travail, il reste à mentionner les collines du groupe de la mollasse qui, à l'est, au nord et à l'ouest, l'entoure comme d'une ceinture

continue. A l'est, aux environs de Sigean et du Lac, ces collines, à surfaces planes, légèrement inclinées vers la côte, sont terminées par des arêtes rectilignes, se joignant quelquefois à angle droit et par des talus réguliers représentant des ouvrages de fortification. Le plateau qui porte Sigean, vu du sud-ouest, ressemble parfaitement à un grand camp retranché. Plus au nord, sur le flanc oriental de la chaîne de Fontfroide, les collines sont plus élevées, leur relief est plus prononcé et leurs couches sont plus inclinées. Entre la rive droite de l'Aude et la route de Narbonne à Lézignan et à Carcassonne, les collines du même âge se font remarquer par leur teinte gris-jaunâtre, leurs contours légèrement arrondis et la faible inclinaison des strates. Autour de Carcassonne et de cette ville à Limoux il en est de même, et leur aspect seul suffit pour les distinguer au premier coup d'œil des reliefs du sol qui appartiennent à des dépôts plus anciens.

§ 2. *Géologie des Corbières.* — M. d'Archiac établit comme il suit le tableau de la série géologique des Corbières.

Terrains.	*Formations.*	*Groupes.*	*Étages.*
Moderne.			
Quaternaire.			
Tertiaire.	moyenne ?	mollasse	
	inférieure. . .	nummulitique.	1er, 2e, 3e
		d'Alet.	1er, 2e, 3e
Secondaire	crétacée	supérieure 1er, 2e. . . .	1er, 2e, 3e, 4e
		inférieure 3e (manque).	
		inférieure 4e néocom.	1er (manque), 2e, 3e
	jurassique.	lias.	supérieur.
Intermédiaire. . . .	carbonifère.		
	dévonien ?		
Primaire ?	Granite.		

Roches ignées (Diorites, Amygdaloïdes, Basaltes, Wackes, etc.)
Roches métamorphiques (Dolomies, Gypse, Sel ?)
ou accidentelles.

La disposition relative de ces divers terrains et de leurs subdivisions est on ne peut plus irrégulière ; nulle part les termes de la

série ne se succèdent d'une manière normale ou complète, et, considérés sur divers points, ils ne se succèdent pas non plus de la même manière; en outre, certaines divisions montrent des caractères fort différents lorsqu'on les étudie sur des points même assez rapprochés. On peut résumer ainsi les principaux caractères et la distribution générale des groupes et des étages tertiaires et secondaires compris dans ce tableau. Le travail définitif de M. d'Archiac contiendra la description détaillée des roches, de leur stratification, de leurs fossiles, de leurs divers accidents et les vues théoriques qu'on en peut déduire. Une carte géologique et de nombreuses coupes sont destinées à compléter le texte.

Groupe de la mollasse. M. d'Archiac désigne provisoirement ainsi les dépôts d'eau douce ou marine (calcaires, marnes, grès, sables et poudingues) représentés sur la carte géologique de la France par une teinte violet clair accompagnée de la lettre *m*, et qui entourent à l'E., au N. et à l'O. les sédiments tertiaires plus anciens et secondaires. Sur le versant occidental de la Clape ils recouvrent à stratification concordante les couches néocomiennes et en partagent l'inclinaison et les divers accidents. Sur le bord oriental de la chaîne de Fontfroide, ils s'appuient directement aussi sur les roches secondaires avec une inclinaison au N. ou au N. O. (collines de la coupe et des fours à chaux), tandis que dans le voisinage de la côte l'inclinaison plus faible est à l'E. (Bages, le Lac, Sigean).

A droite de la route de Narbonne à Lézignan les couches des collines de la mollasse situées au delà des montagnes secondaires plongent au N. un peu O. de Lézignan à Conilhac et Mous; les collines sont allongées de l'E. à l'O., et les strates qui plongent aussi au N. sont d'autant plus relevés, qu'ils sont plus rapprochés de la base du mont Alaric; au delà la partie inférieure de ce groupe se sépare difficilement de l'étage nummulitique supérieur lorsqu'on suit vers l'O. les deux séries jusqu'à Carcassonne. La mollasse grise sans fossile est encore bien développée lorsqu'on remonte la vallée de l'Aude de cette ville à Limoux; les poudingues y sont subordonnés autour de Rouffiac, et l'inclinaison est fréquemment de 10° à 12° au S. O. Après Limoux les couches plongent au N. de 15° à 16°, et sur la rive gauche de l'Aude, après la Chapelle de-Brasse, elles reposent à stratification parfaitement

concordante sur le groupe nummulitique, comme à l'O. de la Clape elles recouvraient le groupe néocomien.

Groupe nummulitique. Ce groupe se divise en trois étages caractérisés par la présence des Nummulites, mais composés de roches très différentes. Le premier et le second s'accompagnant le plus ordinairement par la plus grande analogie de leurs roches, on ne parlera de leurs accidents stratigraphiques qu'en traitant du second.

L'*étage supérieur* comprend des calcaires jaunes ou gris, des marnes et des grès brunâtres ou jaunâtres, avec *Nummulites* (côte de la Borde-Rouge, près La Grasse, Tournissan, moulins de Jonquières, rive gauche du Rabe de Coustouges à Parasols, métairies de Cabagniol, de Montmigea, de Montplaisir). Entre le pied nord du mont Alaric et la route de Lézignan à Carcassonne, à partir des environs de Comingue, cet étage serait sans fossiles, beaucoup plus puissant qu'à l'E., et composé d'alternances de psammites gris, rouges et panachés, de marnes rouges, grises ou jaunes, de grès à gros grains ou à grains fins, de poudingues et de calcaires gris-bleuâtres très durs. Ces diverses assises, alternativement meubles ou solides, forment une série de crêtes dentelées, discontinues, parallèles, ou d'écailles alignées qui, suivant le bas du mont Alaric, plongent constamment vers la montagne ou au S., sous un angle variant d'abord de 15° à 35°, et atteignant jusqu'à 75° dans son voisinage immédiat, à la hauteur de Copendû et de Barbaira. Le plongement redevient normal autour de l'extrémité occidentale du mont Alaric; et si l'on suit la limite inférieure de la mollasse de ce point aux environs de Vendemin, au sud de Limoux, cet étage se trouve réduit près de Salles et de la Chapelle-de-Brasse à des assises de grès gris à gros grains, auxquels succèdent un grès gris à grains fins, très dur, un calcaire grossier jaunâtre et un calcaire gris marneux avec *Nummulites Ramondi*, *Leymeriei*, *Biaritzensis*, etc., reposant sur le second étage. Au delà de Couiza, le premier est encore représenté par des grès gris-jaunâtres, des psammites et des poudingues constituant les collines de la rive gauche de l'Aude jusqu'à Esperaza et se prolongeant à l'O. vers Rouvenac.

Deuxième étage. Marnes bleues à turritelles et calcaires gris marneux. Connue surtout par les fossiles qu'a décrits M. Ley-

merie, cette division, sous le nom de *marne de Couiza*, *d'Albes*, *de Coustouges*, *de la vallée du Rabe*, *de Ribaute*, etc., est en effet un bon horizon géologique placé entre les roches précédentes si variées et celles qui le supportent qui ne le sont pas moins. Ce n'est pas ici le lieu d'expliquer certaines anomalies stratigraphiques de la vallée de l'Orbieu, au nord de La Grasse, et de quelques autres points situés, soit dans le voisinage du mont Alaric, soit près de Couiza, et auxquelles on a donné trop d'importance, au point de regarder ces marnes comme appartenant à un système tout à fait distinct des calcaires à Nummulites sous-jacents (3e étage). On peut dire seulement que, toujours concordants avec l'étage supérieur, ces marnes et ces calcaires marneux, dont l'épaisseur est de 100 mètres et même davantage, plongent à l'O., tout le long de la vallée du Rabe, qui coule dans une faille. Les *Nummulites Biaritzensis*, *Leymeriei* et *Ramondi* (var. *minor*) en caractérisent la partie supérieure, la *Lucina corbarica* en caractérise la partie inférieure. Dans la vallée perpendiculaire à celle-ci, qui suit le chemin de Fontjoncouse, les couches plongent au S. En face d'Espalys au N. leur inclinaison est de 45° à 50° à l'E., et elles s'appuient contre les calcaires du 3e étage. En continuant à se rapprocher de Fabresan, elles plongent à l'O. S. O. Elles sont recoupées plusieurs fois le long de la grande côte de la Borde-Rouge, près de la Grasse; elles constituent le fond de la vallée de l'Orbieu, à partir de Ribaute, forment partout les berges de la rivière et un grand escarpement au delà de Grafan, où elles plongent au S. E. comme tout le groupe inférieur d'Alet, sous lequel on croirait qu'elles s'enfoncent. Quelques bancs d'Huîtres assez réguliers s'y montrent à l'exclusion des autres fossiles habituels. Ces couches affluent peu sur les bords oriental et septentrional du mont Alaric; mais autour de sa partie occidentale elles constituent les pentes rapides du grand fossé qui suit le pied de la montagne, et au sud de Pradelles une faille les a portées à un niveau très élevé pour constituer le plateau allongé de Montlaur à Comelles, où l'inclinaison est toujours au S. Elles n'en restent pas moins en contact avec les calcaires du troisième étage soulevés comme eux au mont Alaric. De même que les autres divisions du groupe, celle-ci est assez réduite sur les bords de l'Aude, entre la mollasse de Limoux et le terrain de transition de Saint-Salvaire; mais elle se montre de nouveau bien dé-

veloppée en face de Couiza, sur la rive gauche de l'Aude, et à l'E. en remontant la Salse jusqu'au moulin de Constaussa. Le plongement, qui est S. à la jonction des deux rivières, devient ensuite N. O. comme celui des calcaires de Constaussa. Elles existent également en face, le long du chemin de Rennes.

3ᵉ *étage*. La partie inférieure du groupe nummulitique est essentiellement calcaire et supporte les marnes bleues et les calcaires marneux précédents. On l'observe rarement dans les montagnes de la Grasse. A l'exception des couches les plus basses qu'on pourrait encore y rapporter, celles qui sont remplies de Milliolites, et les calcaires sur lesquels reposent à Ribaute les marnes de la vallée de l'Orbieu paraissent être plus anciens, du moins n'ont ils point offert de Nummulites, d'Alvéolines ni les autres fossiles de cet horizon. Les roches grises marneuses et arénacées avec *Nummulites planulata* et *Neretina schmideliana* qui bordent le cours du Rabe au-dessous du pont de Saint-Laurent, semblent au contraire en faire partie, de même que ceux contre lesquels s'appuient les marnes bleues d'Espalays. Ces calcaires, d'un blanc-grisâtre plus ou moins foncé ou clair, compactes, très durs et peu altérables, constituent le revêtement extérieur de la voûte du mont Alaric, partout où ce revêtement existe dans son intégrité. Ainsi, on peut les observer au pied de l'extrémité orientale de son versant nord, derrière le four à chaux d'Alaric, où ils renferment des *Nummulites*, des *Alveolina*, des Milliolites, des pinces de Crustacés. A la combe de Saint-Jean, au sud de Barbaira, ils succèdent immédiatement aux marnes bleues de la vallée extérieure, et ils ont une puissance de 28 à 30 mètres. Le premier banc est caractérisé par la *Nummulite planulata*, et les suivants sont remplis de *Nummulites* avec *Ostrea gigantea*, *Neritina schmideliana*, etc. A l'extrémité occidentale de la montagne, près de Monze, où la voûte s'abaisse, les mêmes bancs occupent encore tout le plan incliné, qui disparaît sous le vaste escarpement elliptique des marnes bleues. Toute la pente sud de la montagne et le sommet de la voûte elle-même au-dessus de Pradelles en sont également formés; mais plus au S. ils semblent affleurer rarement de dessous les assises plus récentes.

Cet étage s'appuie, à stratification discordante, contre le terrain de transition à l'entrée de la gorge que suit l'Aude un peu au-

dessus de Peroulièès, le long de la route de Limoux à Alet, là où manque le groupe tertiaire inférieur. Les calcaires en plaquettes avec Milliolites du plateau supérieur de la Caune et de Coussergue à l'O. d'Alet, les calcaires blancs et bleuâtres également avec Milliolites de la butte du four à chaux de Luc, les assises calcaires gris-bleuâtres qui plongent au sud recouvrant les argiles rouges des deux rives de l'Aude à Couiza, comme celles qui plongeant au nord portent le village de Constaussa et renferment des marnes gypseuses, représentent la partie inférieure du groupe nummulitique et reposent partout sur la première assise de marne rouge. Enfin le rocher isolé qui porte le village de Rennes et d'où la vue embrasse un panorama géologique d'un si vif intérêt, est encore un calcaire à Milliolites reposant sur des marnes grises gypsifères supportées à leur tour par les premières marnes rouges.

Groupe d'Alet. Les montagnes escarpées qui bordent la rive gauche de l'Aude entre Alet et la Pujade présentent dans leur hauteur trois assises de marnes rouge lie de vin de 12 à 15 mètres d'épaisseur. La plus élevée, qui supporte les couches à Milliolites, est séparée de la seconde par des roches grisâtres calcarifères de 25 à 30 mètres, la seconde l'est de la troisième par une assise de calcaire blanc compacte d'environ 20 mètres et reposant sur une assise de poudingues à ciment quartzeux ; enfin, au-dessous de la troisième règne une puissante assise de grès bruns, jaunâtres ou rougeâtres, panachés, blancs ou gris, solides ou meubles, d'un grain de grosseur variable qui forme à la fois la base du groupe et celle de tout le terrain tertiaire inférieur de ce pays. En réunissant à chaque assise rouge l'assise calcaire ou arénacée sous-jacente, on a pour les environs d'Alet trois étages plongeant de 15° à 18° au S.-O., assez bien caractérisés par leurs roches qui, avec la stratification, sont les seules ressources qui puissent guider l'observateur dans toute cette série, où la rareté des fossiles le prive des autres moyens de classification. Cette composition des groupes, aux environs d'Alet, est prise pour type à cause de sa netteté et de la facilité avec laquelle on peut l'observer ; mais elle est rarement aussi complète même dans cette région, et dans les autres ses caractères changent sensiblement par la prédominance d'un de ses éléments pétrographiques aux dépens des autres. Le groupe inférieur se montre tel que nous venons de le caractériser ou à très

peu près dans la partie du bassin de l'Aude comprise entre Alet et Quillan, s'étendant à l'E. d'une part jusqu'au-delà d'Arques et de Véraza, entre la Rialsesse et la Valette, de l'autre sur les territoires de Grances, de Rennes et de Jandon ; à l'O. on peut le suivre par Brenac et Nebias jusqu'à Bellesta et au-delà. Dans la montagne d'Alaric, dont il constitue la plus grande partie ou le noyau, le groupe est plus essentiellement calcaire, comme on peut en juger par les brisures de sa partie orientale, brisures qui ont amené au jour le terrain de transition sur lequel il repose sans l'interposition d'aucune roche secondaire. Les calcaires dominent aussi dans les montagnes qui environnent la Grasse; les assises sont plus nombreuses et plus variées vers le haut ; on y observe un banc d'huîtres et une assise gris-noirâtre passant à la lumachelle et connue sous le nom de *marbre de Ribaute ;* les marnes s'y atténuent, et dans l'étage inférieur les grès rouges ou bruns et les marnes rouges passant à des psammites y prennent un très grand développement. Comme dans la chaîne d'Alaric les poudingues y sont à peine représentés. Plus au S. au contraire la vallée de l'Orbieu et celles de ses affluents sont creusées dans des assises presque exclusivement composées de cette dernière roche, alternant avec quelques bancs de grès ou de marne. Autour de Saint-Pierre-des-Champs, de Saint-Martin-des-Puits, de Bourjalon, de Blancs, les poudingues atteignent une épaisseur de plus de 200 mètres, inclinant généralement de 15° à 20° au N.-O. Ils reposent directement à stratification discordante sur les schistes de transition; quelquefois un calcaire compacte rose se trouve interposé. Le groupe d'Alet constitue la haute montagne de la Campe à l'O. et se prolonge à l'E. par Villerouge de Thermenès jusqu'au massif de la Salse, où l'escarpement pittoresque de l'ermitage de Saint-Victor, qui domine la rive gauche de la Berre à l'O. de Gléon, semble encore en faire partie.

Formation crétacée. Pour la commodité du langage on peut désigner sous le nom de *formation crétacée supérieure* l'ensemble des deux *groupes de la craie blanche* et de la *craie tuffeau*, et sous celui de *formation crétacée inférieure* les *groupes du gault* et *néocomien.* Les depôts crétacés supérieurs ne sont encore bien connus que dans deux parties de la région des Corbières, sur le versant occidental de la chaîne de Fontfroide et dans les

montagnes qui s'étendent des Bains de Rennes à Soulatge et un peu au-delà. Entre Saint-Martin et Saint-Pierre, à gauche de la route de Narbonne à la Grasse, un système de couches d'environ 350 mètres d'épaisseur est composé de grès bruns ferrugineux, de psammites gris et rouges et de calcaires gris ou blanchâtres remplis de Rudistes. Ce système plonge de 30° à 35° au N.-E. en s'appuyant contre les calcaires néocomiens. La répétition des calcaires à Rudistes qui alternent jusqu'à neuf fois avec les grès ou psammites dans le vallon même de Fontfroide, est un exemple remarquable de la récurrence et de la persistance de certains types organiques sur un même point pendant un long espace de temps.

Dans la partie occidentale de la petite région désignée sous le nom de *montagnes de Bains de Rennes, de Sougraigne et de Soulatge*, M. d'Archiac avait déjà caractérisé et décrit ailleurs quatre étages distincts correspondant à ceux établis par lui dans le sud-ouest de la France et le bassin de la Loire. Ils sont ici compris entre le massif de transition de Monthoumet au N., les grès de la base du groupe d'Alet au S.-O., et le groupe néocomien au S. et à l'E. En étendant les nouvelles observations à tout le bassin, l'auteur a trouvé que le plus récent de ces quatre étages, celui des marnes bleues, remonte dans la vallée de Sougraigne et occupe tous ses talus inférieurs, où il est dérangé par plusieurs failles. Il forme aussi la partie supérieure de l'escarpement au N.-O. du village. Le second étage, le plus important de cette série, se divise en plusieurs assises très distinctes mais dont quelques-unes ne sont qu'accidentellement développées ou bien présentent des caractères très variables. Un premier niveau de Rudistes succède aux marnes bleues dans la coupe de Sougraigne, et c'est à cette assise qu'appartiendrait le gisement de la *montagne des Cornes*, si connu des collecteurs de fossiles, qu'on retrouve à Linas sur le chemin de Bugarach aux sources salées. Puis viennent des couches particulièrement remplies de polypiers, paraissant avoir formé des récifs (Sougraignes, métairie de Linas) et des calcaires gris ou jaunâtres caractérisés par une grande abondance d'Échinodermes (*Micraster brevis*, *M. distinctus*, *Matheroni*, *Echinocorys ovata* avec le *Spondylus spinosus,* le *Pecten quadricostatus* et la *Cyprina Boissyi*. Cette assise se suit constamment depuis le bord de la Sals en face de Lesclapiers, où la formation crétacée supérieure

commence à affleurer a l'O. jusqu'au-delà de Soulatge à l'E., constituant au S. tout le fond de la vallée de Bugarach et venant butter avec un plongement constamment au S. contre les rides néocomiennes qui limitent la vallée dans cette direction. Elle constitue encore par places la base de la formation à la limite du terrain de transition de Montferrant à Peyranus. Le second niveau de Rudistes s'observe aux bains de Rennes, dans la colline de Sougraigne, entre Linas et le col de Capela, aux Peyranus, etc., et les calcaires sous-jacents en bancs épais qui occupent le lit et les berges de la Sals au-dessous des bains de Rennes et forment les arceaux de la belle voûte semi-circulaire de Laferrière à trois kilomètres au-dessus de cet établissement.

L'étage inférieur, caractérisé par l'*Exogyra columba* n'a pas encore été observé ailleurs qu'au contact du terrain de transition au sud des *bains doux*, des deux côtés de la rivière; mais à l'E., au passage de Capela, sur le chemin de Linas aux sources salées, on trouve une roche exclusivement composée d'*Orbitolites concava* identique avec celle de Brilon (Sarthe). Cette roche est ici un représentant d'autant plus certain du 4e étage, que les calcaires néocomiens à Caprotines forment l'escarpement immédiatement au-dessous.

Au contact du terrain de transition, on observe fréquemment, de Montferran à Fourtou, du grès plus ou moins ferrugineux, passant à des poudingues à petits grains. Les sables qui les accompagnent sont très développés autour de Fourtou et sur toute cette limite nord de la formation crétacée, son inclinaison au S. est très forte, souvent de 22 à 25°. Autour de Clamens et des Clausses ces grès, qui forment ici la ligne de partage de deux petits cours d'eau, avec les calcaires gris noduleux et les calcaires à Échinodermes qui les surmontent, plongent presque circulairement vers le fond de la vallée. Ils ont une grande ressemblance avec ceux de la base du groupe d'Alet situés à peu de distance vers l'O., de sorte que la formation crétacée supérieure se trouve comprise, des Bains de Rennes à Fourtou, entre deux étages de grès qu'il serait très facile de confondre par leurs caractères pétrographiques seuls.

Groupe néocomien. A l'exception de quelques couches argileuses et arénacées noirâtres, avec des débris de bois charbonneux placés entre les bancs à *Orbitolites concava* et les calcaires à Ca-

protines, au-dessus des sources salées de Sougraigne, on ne voit rien qui rappelle le groupe du gault, ni les marbres à Plicatules d'Apt. Mais le deuxième et le troisième étage néocomien occupent à eux seuls presque la moitié de la surface indiquée ci-dessus. On peut les décrire simultanément en les considérant dans les différents massifs montagneux qu'ils constituent plus ou moins complétement, mais auxquels ils communiquent toujours des formes particulières et des caractères physiques qui permettent de les reconnaître de fort loin.

Excepté sur leur versant occidental, à partir d'une ligne tirée de la Ricardelle à Fleury, les montagnes de la Clape sont formées par les deux étages néocomiens. Les parties élevées appartiennent aux calcaires à Caprotines, les pentes et le fond des vallées à l'étage inférieur. Les calcaires à Caprotines constituent une sorte de revêtement de 18 à 20 mètres d'épaisseur, fendillé, coupé carrément ou terminant la partie supérieure de la vallée par des murailles quelquefois surplombantes. Ils ne forment qu'une assise continue de calcaire compacte gris plus ou moins foncé, de caractères très uniformes et plongeant généralement à l'O. L'étage inférieur présente trois assises assez ordinairement distinctes : l'une, qui supporte les calcaires précédents, comprend du calcaire marneux jaune, peu solide, dont l'épaisseur ne dépasse pas 5 à 6 mètres (île de Saint-Martin, cimetière de Gruissan, col du Capitoul, Albigarou au S. et Saint-Pierre-de-Mer au N.).

La seconde assise, d'environ 50 mètres, est composée de calcaires gris, schistoïdes, ou se délitant en plaquettes, assez durs, remplis d'*Orbitolina conoidea.* Enfin l'assise inférieure, d'une puissance à peu près égale, est formée de marnes grises schistoïdes avec de nombreux lits subordonnés de nodules endurcis de calcaire marneux, très tenace, de teinte plus ou moins foncée. Ces assises sont parfaitement concordantes entre elles et avec les calcaires à Caprotines qui les surmontent. Par suite de l'inclinaison générale à l'O., elles forment à elles seules les collines qui longent la côte au nord de Gruissan (Eldepal, Quaintaine, Saint-Aubres, etc.). Les fossiles les plus répandus dans l'assise inférieure sont l'*Orbitolina conoidea*, l'*Exogyra sinuata*, type qui atteint des dimensions énormes.

Les deux étages néocomiens conservent une identité parfaite

dans leurs caractères sur tous les points de la Clape et des îles qui en descendent ; mais ils n'ont pas été partout affectés de la même manière par des dislocations, par suite de la différence des roches qui la composent et de la région où on les observe, la partie nord du massif ayant été beaucoup moins dérangée que la partie sud. Les relations des dépôts tertiaires de la partie O. et N. O. montrent qu'ils ont été soulevés en même temps et par la même cause. Les failles principales dirigées N. N. E., S. S. O. et d'autres plus locales sont postérieures à ces mêmes dépôts, qui nulle part, en effet, n'ont pénétré dans les vallées qu'elles ont formées. Le bombement général de ce massif peut être contemporain de ces failles, et ces divers phénomènes sont ainsi postérieurs aux poudingues, aux marnes et aux calcaires de la mollasse redressés partout et plongeant sous les dépôts quaternaires de la plaine de Narbonne.

Le groupe néocomien constitue également la plus grande partie de la chaîne de Fontfroide. L'étage à Caprotines y est représenté par des calcaires noirs ou gris foncé, compactes, à cassure conchoïde ou esquilleuse, dure, à grain très fin, traversés par des veinules de calcaire spathique et sans fossiles ; quelquefois ils sont dolomitiques. Ils se montrent non-seulement dans le massif principal, mais constituent encore ces petits chaînons arides et rocheux qui bordent les routes de la Grasse et de Lézignan autour de Montredon. On peut reconnaître dans le centre de la chaîne, et particulièrement au nord-ouest de l'abbaye, une série correspondante à celle de la Clape ; mais les divisions y sont moins nettement tracées, les fossiles y sont peu nombreux et les dislocations plus fréquentes et plus compliquées. Le plateau supérieur de la Quille est occupé par des grès plongeant au S. E. et se prolongeant au S. O. par le bois de Fontfroide. La petite chaîne de Boutenac, à l'O., appartient encore au même système de couches. Toute la partie orientale de la chaîne de Montpézat et ses ramifications au-delà de Roquefort et vers la Palme montrent toujours les calcaires du second étage avec les mêmes caractères que dans la Clape, recouvrant des calcaires jaunes marneux de l'étage inférieur. A sa base, sur tout le versant occidental de la chaîne, règne le lias supérieur caractérisé par le *Pecten æquivalvis*, des Térébratules lisses communes à Tuchan, l'*Ammonites bifrons*, etc.

Plus au sud les calcaires à Caprotines constituent les som-

mités de la chaîne transverse de Perillous, le rameau sud-ouest de Tautavel et tout le grand plan incliné d'Opouls et de Fitou dont le plongement au S.-E. est constant. Il en est de même des autres rameaux situés plus à l'ouest qui, partant du col de Ladat, descendent au S.-O., compris entre les méandres du Verdouble et la rivière de Mauri. Au pied du château d'Opouls, l'étage inférieur, relevé par une faille, présente encore les mêmes caractères pétrographiques et paléontologiques que précédemment ; mais autour de la plaine qui s'étend à l'ouest et au sud jusqu'à Castel-Viel, il affecte des teintes rougeâtres particulières. Au contraire, dans les vallées du Verdouble, de la Mauri, de l'Agly et de la Boulsanne, comme dans le bassin de Quillan et dans tous les affleurements situés au nord de la chaîne de Saint-Antoine de Galamus, le même étage se compose de schistes et de calcaires impurs, brunâtres ou noirâtres, d'un aspect qui rappelle celui de roches fort anciennes, puis de grès subordonnés, bruns ou noirâtres. Cet étage inférieur forme les premières collines basses à partir de Peyrestortes au sud de Rivesaltes, et bientôt est recouvert dans le chaînon Notre-Dame des Pennes, par les calcaires gris foncé du second étage qui s'abaissent vers Estagel. Ceux-ci près de la ville sont blancs, saccharoïdes, légèrement teintés de rose avec des brèches de même couleur, et des calcaires gris-bleuâtre aussi cristallins. Les uns et les autres employés comme marbre, plongent de 18 à 20 degrés au S.-E.

L'uniformité des caractères et la grande épaisseur de ces deux étages néocomiens se maintiennent dans tous les accidents orographiques qu'on observe entre ce point et les montagnes qui entourent le bassin de Quillan. La vallée de la Mauri, la ligne de partage qui la sépare de l'Agly, la vallée de Saint-Paul et la belle plaine ondulée de Caudiès, si heureusement encadrée par les crêtes calcaires dentelées de Saint-Antoine et d'Ayguebonne, accusent partout la présence de l'étage inférieur, par la teinte noire du sol dépourvu de dépôts quaternaires, par les affleurements des schistes foncés et des calcaires subordonnés, comme par les formes toujours mollement arrondies des coteaux.

Au sud de la chaîne de Lesquerde le groupe néocomien repose sur le granite ou sur le terrain de transition. Au nord les rides parallèles de Saint-Antoine sont encore formées de calcaires à Ca-

protines qui deviennent dolomitiques dans le massif du pic de Bugarach comme sur d'autres points, et sont séparées par les pentes adoucies des roches noires de l'étage inférieur. La plus septentrionale de ces rides calcaires domine le vallon des sources salées de Sougraigne qui s'échappent de la base des marnes inférieures, où se trouve subordonné du gypse blanc, rouge et gris verdâtre, accompagné d'argile de teintes également variées et probablement aussi de sel.

Ce que l'on a dit précédemment de l'orographie des environs de Quillan suffit pour en faire comprendre actuellement la composition géologique. Fermé au sud-ouest et au nord par de hautes montagnes de calcaires à Caprotines, tout l'intérieur du bassin et son côté oriental appartiennent exclusivement à l'étage inférieur caractérisé par l'*Exogyra sinuata*. Au sud des gorges de Pierre-Lis, jusqu'à Axat et même au delà, ce sont des alternances des deux étages, dont les couches, coupées à angle droit par la vallée de l'Aude, constituent le sol si accidenté du pays.

A huit lieues au sud de la zone crétacée méridionale dont nous venons de parler, M. Dufrénoy avait observé, sur la rive droite du Tech, un îlot crétacé, allongé de l'E. à l'O., compris entre les roches cristallines des bains d'Arles et le terrain de transition environnant. Cet îlot, de moins d'une lieue de long sur un tiers à peu près de large, comprend les deux étages néocomiens inférieurs surmontés de marnes jaunes, de grès, de poudingues et de calcaires à rudistes (*Hippurites organisans*, *H. cornu vaccinium*, *Spherulites ponsiana*), plongeant au N.-E. et représentant ainsi une partie des assises des montagnes de Sougraigne et de Fontfroide.

Nous traiterons ultérieurement des dépôts jurassiques, des terrains de transition et primaire, puis des roches ignées, des roches métamorphiques ou accidentelles de cette même région des Corbières, ainsi que des considérations théoriques sur les rapports des principales chaînes avec les directions de soulèvement indiquées par M. Élie de Beaumont, par M. Durocher et par M. Raulin.

Nous terminerons cet exposé succint de notre travail en faisant observer qu'un caractère remarquable commun aux dépôts dont

nous avons parlé, quelle que soit l'époque à laquelle ils appartiennent, est la présence de poudingues, solides ou incohérents. Ainsi, ces roches constituent presque à elles seules le terrain quaternaire de la vallée de l'Aude et de la plaine de Narbonne; on en observe à la base de la mollasse et à divers niveaux dans l'épaisseur de ce groupe; elles prennent même une puissance énorme au nord du massif de Monthoumet; elles sont très développées dans le premier étage nummulitique, au nord du mont Alaric et sur d'autres points. Les poudingues sont un des éléments du groupe d'Alet, ils se montrent dans la formation crétacée supérieure, au-dessous du second niveau de Rudistes, et l'étage des calcaires à Caprotines renferme souvent des brèches très puissantes. Si maintenant on compare à ces dépôts tertiaires et secondaires ceux du même âge dans le sud-ouest, dans le centre et le nord de la France, en Belgique, en Angleterre, etc., on n'y voit nulle part un développement aussi constant de roches clastiques. Cette circonstance est parfaitement d'accord avec ce qu'apprennent les caractères stratigraphiques et la distribution irrégulière des roches sédimentaires des Corbières, savoir, la très grande fréquence, à toutes les époques, de dislocations et de perturbations qui ont affecté le relief du pays et interrompu la succession régulière des phénomènes sédimentaires, telle qu'elle avait lieu dans les régions qui viennent d'être rappelées.

Une dernière observation sur laquelle nous insisterons est l'utilité que l'on peut tirer dans la pratique de la *cassure stratigraphique*, expression par laquelle nous désignons l'angle ou les angles déterminés par la brisure de tout un système de couche (étage ou groupe). Cette brisure présente en effet dans sa forme des caractères toujours en rapport avec ceux des roches qui constituent une série de couches, comme avec leur degré d'inclinaison, et si l'on ajoute à cette première indication la détermination de la teinte générale de cette même série, on a un double moyen empirique pour déterminer, même à une grande distance, quel est l'étage ou le groupe que l'on a sous les yeux. La détermination préalable de ces caractères est d'autant plus importante que la continuité originaire des couches a été plus troublée, que ces couches peuvent se montrer à différents niveaux, ou se répètent par suite de failles ou de plissements. Aussi nous sommes nous attaché à caractériser

et à représenter par des profils la cassure stratigraphique propre à chacune des divisions de la carte géologique des Corbières.

Séance du 28 juillet 1855.

ANATOMIE COMPARÉE. *Singes.* — M. Pierre Gratiolet a lu, dans cette séance, la note suivante sur quelques particularités de la myologie des Singes supérieurs, et sur l'organisation de la main considérée comme organe du toucher dans ces animaux.

« § 1er. La mort de M. Duvernoy l'ayant empêché de donner la dernière main au travail important qu'il préparait sur les Singes anthropomorphes, je ne crois pas inutile de faire connaître à la Société certains détails relatifs à l'anatomie de ces animaux. Ces détails me fourniront l'occasion d'énoncer quelques remarques générales sur le sens du toucher, et d'éclairer ainsi quelques points de l'anatomie comparée de la main, considérée dans l'Homme et dans les Singes.

» § 2. C'est une grande erreur de croire qu'en s'élevant, les Singes se rapprochent de l'Homme au point de s'assimiler avec lui. Bien que fort semblables au point de vue des choses matérielles, ils demeurent essentiellement distincts, et les analogies qui les rapprochent ne peuvent conduire à une similitude absolue. Je ne crois pas qu'aucun naturaliste aujourd'hui fasse de l'Homme un Singe perfectionné ; mais quelques personnes se complaisent encore dans cette idée. Il est bon de les détromper. Il est bon de dire aux successeurs de La-Métherie qu'un Singe, si élevé qu'il soit, n'est qu'un Singe, et que l'Homme le plus abject, le plus dégradé, est toujours un Homme.

» § 3. Parmi les caractères de l'Homme, nous signalerons, avant tout, ceux que fournit la *face*, organe immédiat de l'expression intellectuelle, et dont le mouvement est comme une lumière émanée de l'âme. Nous considérerons ensuite la *main*, qui est l'instrument principal de sa puissance, sa sonde et son levier.

» A. *Face*. Si la dégradation de l'Homme le réduisait au rang des Singes, plus l'Homme s'abaisserait, et plus la face humaine deviendrait, dans son aspect général et dans ses caractères intimes, semblable à celle des Singes. Il n'en est point ainsi : aux lèvres de l'Homme est un rebord muqueux, dont les Singes n'offrent aucune

trace. Or, plus l'Homme s'abaisse, et plus ce rebord s'épaissit. Ainsi la dégradation de l'Homme amène une *difformité*. Mais elle ne produit rien de semblable à la forme qui est propre aux animaux. Chez l'Homme dégradé, la saillie du nez s'efface ; mais en revanche les narines s'agrandissent prodigieusement. Or, les narines sont un caractère humain. Les Singes les plus élevés n'ont que des narines rudimentaires. L'oreille de l'Homme a un grand lobule. Dans les races les plus dégradées, ce lobule s'agrandit au point de porter et d'envelopper des ornements d'une grosseur exceptionnelle. Dans les Singes, ce lobule est nul. — Un autre caractère du visage humain, c'est le *sourire*. Chez les Singes les plus élevés les muscles *zygomatiques* soulèvent l'orbiculaire des lèvres au-dessus des canines. Leur contraction découvre les dents de guerre ; elle n'amène point le sourire, et l'expression brutale de la bête prédomine. Ni l'Orang ni le Chimpanzé n'ont le *sourire ;* cette expression est, comme le langage, l'apanage exclusif de l'Homme. — Je n'insisterai pas davantage sur ce point. Je passe immédiatement à l'étude de la main.

» B. Une différence très grande distingue la main des Singes d'avec celle de l'Homme. Cette différence peut être appréciée sous un double point de vue, savoir : 1° au point de vue du toucher, dont la main est le principal organe ; 2° au point de vue des mouvements de préhension et de locomotion.

» 1° La main de l'Homme est un organe de toucher ; elle est aussi un organe de mesure. C'est pourquoi M. de Blainville l'appelait, dans son langage pittoresque, un *compas sensible à cinq branches.* Or, de même que les pointes du compas déterminent les limites en s'appuyant sur les corps, de même ce compas de la main mesure en appliquant ses pointes sur les corps tangibles. Aussi est-ce à l'extrémité des doigts que la nature a accumulé tous les perfectionnements qui font de la peau qui les recouvre l'organe du toucher par excellence. Il ne sera pas inutile, pour mieux apprécier ces perfectionnements, d'entrer dans quelques détails sur les conditions qui font d'une surface cutanée l'organe d'un toucher parfait.

» La principale condition est d'être suffisamment pourvue de nerfs. Mais la sensibilité ne suffit pas, il faut encore qu'elle soit mise en jeu d'une certaine manière.

» La peau a deux faces, l'une superficielle et l'autre profonde. Si nous la supposons sensible dans toute son épaisseur, et des observations nombreuses démontrent qu'il en est ainsi, elle pourra, dans certaines conditions, être impressionnée simultanément par sa face superficielle et par sa face profonde. Les impressions qui viennent du monde extérieur affectent immédiatement la face superficielle. Mais pour peu que la peau soit refoulée, elle sera pressée contre les parties sous-jacentes, et si peu que ces parties soient résistantes, on pourra les considérer comme touchant à leur tour la face profonde de la peau. De là, deux sources d'impressions cutanées. Les unes superficielles qui viennent du monde, les autres profondes qui viennent du corps. Ces sensations profondes jouent un rôle important jusqu'ici mal apprécié, et sont pour beaucoup dans le sentiment qui se développe à la suite d'un changement d'attitude. Quoi qu'il en soit, si la même portion de peau est soumise à deux impressions simultanées, l'une superficielle, l'autre profonde, celle-ci obscurcira la première, et la sensation périphérique sera confuse. En effet, pour qu'une impression quelconque soit clairement perçue, il faut qu'elle soit isolée. Donc, pour qu'une impression superficielle soit nettement distinguée, il faut que la face profonde de la peau soit soustraite à l'influence des causes qui pourraient l'affecter.

» Parmi ces causes, les parties dures, telles que les tendons et les os, sont les plus habituelles. Aussi jamais la peau, qui doit toucher avec délicatesse, n'est immédiatement appliquée sur une partie dure. Elle en est toujours séparée par quelque amas élastique de cellules graisseuses emprisonnées dans les mailles d'un derme très épais, et dont l'accumulation forme au-dessous de la peau qu'elle soulève un coussinet conique plus ou moins saillant. On conçoit aisément comment ces coussinets graisseux, en mettant la face profonde de la peau à l'abri de toute impression forte, sont éminemment favorables à l'exercice du toucher qui s'exerce par sa face superficielle. Ainsi se trouve justifiée, par une analyse philosophique très simple des organes du toucher, l'importance que le docteur Guitton a attachée, dans un travail intéressant, aux appareils dont je viens de parler.

» Un nouveau perfectionnement nous est offert par les modifications que subit, au-dessus de ces cônes graisseux, la surface ex-

terne de la peau. En effet, elle n'y est point lisse et mince comme d'habiles naturalistes l'ont admis d'après des considérations théoriques. Loin de là, elle y est épaisse et toute hérissée de petites saillies disposées en séries spirales autour du cône tactile, et revêtues d'un épiderme épais.

» L'importance de ces petites saillies, isolées et maintenues dans des étuis épidermiques, est aisée à comprendre. On sait, depuis les expériences de Weber et de Dugès, que, lorsqu'une pointe aiguë, celle d'une aiguille par exemple, touche la peau, l'impression n'est point limitée à cette portion minime, à ce point de la surface qui est touché, mais s'étend en rayonnant autour de lui. Il y a donc, autour du point qu'affecte une impression directe, une zone d'impressions sympathiques. Cette zone est souvent assez étendue, et, dans certaines régions, son rayon égale trois millimètres au moins. Si donc plusieurs causes d'impressions agissent sur des points assez rapprochés pour que leurs zones se confondent, les impressions seront confondues, et le toucher n'aura plus rien de distinct.

» En isolant sous un tube épidermique cette zone développée sur un cône filiforme, la nature a résolu cette difficulté. Les sommets pressés des papilles deviennent ainsi des centres distincts d'impressions, et dès lors celles-ci peuvent être distinguées les unes des autres, à de fort petites distances. L'examen de ces dispositions anatomiques donne donc une raison intelligible des résultats obtenus dans les expériences de Dugès et de Weber.

» La coordination des séries papillaires autour du sommet du cône tactile en une spire plus ou moins régulière est le signe d'une perfection qu'expliquent des considérations analogues. Mais la présence du coussin élastique a d'autres conséquences encore. Dans les grandes pressions exercées sur la pulpe digitale, ce coussin s'élargit et se déforme ; sa masse, refoulée sur les côtés de la phalange onguéale, presse la peau contre l'ongle plat, large et mince qui la recouvre. De là une sensation particulière à laquelle je donne le nom de *toucher sous-onguéal*. Ce toucher entre à chaque instant en jeu dans le *palper*, à l'aide duquel nous apprécions la résistance des corps. Aussi, la finesse du palper se perd-elle après la chute de l'ongle, bien que la sensibilité cutanée demeure entière. Ainsi, les anciens philosophes ont-ils fait preuve d'une grande sagacité en donnant aux ongles une attention toute

particulière. Platon n'avait point dédaigné de déterminer à quelle longueur, dans l'intérêt du toucher, les ongles doivent être portés. Galien, en ceci, a suivi Platon. Ces grands hommes pensaient avec raison que rien n'est petit dans l'histoire de la main. Aussi, à bien des égards, ont-ils surpassé sur ce point les écrivains du XVIIIe siècle. N'oublions pas qu'Aristote a clairement signalé ce grand fait, aujourd'hui mis hors de doute, de la multiplicité des sens du toucher.

» Si j'ai réussi à dire clairement ces choses, on comprendra comment, quand le cône pulpeux des doigts est amaigri, les sensations, si vives qu'elles soient, sont confuses; comment, dans ce cas, les pressions sont mal appréciées. M. Guitton, dont les observations sont remarquables à plus d'un titre, a relevé, mais par des raisons nouvelles, l'importance que les chiromanciens attachaient à la forme et à la disposition des cônes tactiles. Dans les mains des idiots, ces cônes sont constamment atrophiés.

» Les Singes anthropomorphes sont dans le même cas. Chez eux, ces cônes sont affaissés, et leur pulpe est flétrie. L'ongle très épais recouvre de plus en plus la phalange; les spires papillaires s'effacent. Ainsi ces phalanges ne peuvent plus toucher avec précision. Un Chimpanzé, par exemple, tâte-t-il un corps; il n'applique point à ce corps la pulpe des phalanges onguéales, mais il le gratte maladroitement du bout des ongles, semblable à cet égard au Cheval qui interroge le sol en le frappant de sa corne.

» Dans les Singes, les pelottes tactiles ne sont plus à l'extrémité des doigts, mais au bord de la palette palmaire, en regard des têtes des métacarpiens. Sur cette base préhensile elles sont assez abondantes, mais elles ont abandonné les extrémités du compas. C'est que, chez les Singes, la main est un organe de suspension, non de mesure; le toucher éclaire l'automate, non l'intelligence.

» 2° Cette infériorité de la main des Singes, en tant qu'organe de mesure, n'est pas moins apparente quand on envisage cet organe au point de vue des mouvements qu'il doit exécuter.

» Dans la main de l'Homme le pouce est très grand et peut très facilement être opposé aux autres doigts. Aussi, non-seulement les muscles de l'éminence thénar ont un volume considérable, mais encore le pouce est mu par un fléchisseur propre très puissant, dont l'action est parfaitement indépendante de celle des

autres fléchisseurs. De là, dans les mouvements de flexion et d'opposition du pouce, une liberté qu'on n'observe dans aucun animal. Dans la plupart des Singes, le pouce est fléchi par une digitation du tendon commun du fléchisseur profond. Si fort que soit ce tendon, il ne donne au pouce aucune indépendance, et ses mouvements, en tant qu'ils ont quelque énergie, sont invariablement liés à ceux des autres doigts. On pouvait penser qu'en s'élevant les Singes supérieurs se perfectionnent à cet égard ; on pouvait *à priori* s'attendre à trouver dans l'Orang, dans le Gorille, dans le Chimpanzé, un pouce plus grand et surtout plus indépendant. Mais il n'en est point ainsi. En effet, dans les Singes supérieurs, le pouce, loin de se perfectionner, se réduit dans toutes ses parties, et le fléchisseur est surtout complétement atrophié. Dans l'Orang-Outang, un tendon très grêle s'attache, il est vrai, à la dernière phalange ; mais à ce tendon correspondent à peine quelques-uns des faisceaux charnus de l'éminence thénar. Il n'a donc, avec le système des longs fléchisseurs, aucune relation. Dans le Gorille et dans le Chimpanzé, les conditions sont plus inférieures encore. Un petit tendon s'attache, il est vrai, à la dernière phalange du pouce ; mais ce tendon n'a point de muscle, et n'est lié avec le système du fléchisseur commun que par un ligament élastique très grêle. Il n'a donc aucune action réelle, et témoigne seulement de l'existence d'un plan général. Ainsi, loin de se perfectionner dans les Singes anthropomorphes, le pouce tend à s'anéantir, et ce doigt, caractéristique de la main de l'Homme, se change en un ergot sans force, sans mouvement et sans usage. Il faut remarquer que cette tendance à l'anéantissement du pouce est particulière aux Singes les plus élevés. Les Singes sans pouces sont en Afrique les Colobes, si voisins des Semnopithèques, et en Amérique les Atèles, qui occupent, avec les Allouattes, le sommet de la série des Singes du Nouveau-Monde. Y a-t-il une meilleure preuve qu'un Singe, si élevé qu'il soit, ne devient point semblable à l'Homme ? et que cette main, si vantée, loin d'être un organe de mesure, appareil d'un toucher intelligent, n'est plus qu'un crochet préhenseur mobile, accommodé aux nécessités d'un cremnobatisme habituel ? résultat d'autant plus significatif, qu'il y a d'ailleurs, entre le type humain et le type des Singes, de plus grandes ressemblances générales.

§ 4. Je n'insisterai point sur la différence d'organisation que

présente le tronc de l'Homme comparé à celui des Singes anthropomorphes, parce que les différences que j'aurais à signaler ici sont avant tout en harmonie avec le mode de séjour. Ainsi les courbures qui, dans l'Homme, sont la condition mécanique de l'attitude verticale dans la locomotion, n'existent plus dans les Singes supérieurs, et la région lombaire se raccourcit chez eux au point que, dans le Gorille, les dernières côtes s'attachent à l'os des îles, en sorte que la forme du tronc devenu immobile devient de plus en plus sphéroïdale. Il est à remarquer que cette forme, eu égard à l'invariabilité du centre de gravité, est aussi favorable à l'équilibre de suspension qu'elle le serait peu à l'équilibre d'une station verticale sur le sol. Elle est donc la plus conforme à la destination d'un animal qui, dans la plupart de ses mouvements, peut être assimilé à un pendule. De là la prodigieuse agilité de ces Singes dans les forêts, et la maladresse de leurs mouvements quand ils marchent sur deux pieds. Je ne parlerai point des différences qui existent entre l'extrémité postérieure de l'Homme et celle des Singes, différences qui sont assez connues.

» § 5. Il y a d'ailleurs entre les différents groupes de Singes, et en particulier entre l'Orang et le Chimpanzé, des différences qui ne permettent point de les rapprocher autant que l'ont fait la plupart des zoologistes.

» 1° L'épaule présente une première particularité différentielle. Dans l'Homme le *petit pectoral* se fixe à l'apophyse coracoïde qu'il abaisse. Il en est de même dans l'Orang. Mais, dans le Gorille et dans le Chimpanzé, les choses se passent autrement : ce muscle se termine en effet par un tendon qui glisse au-dessus de l'apophyse coracoïde à l'aide d'un appareil synovial, et vient en définitive se fixer sur la capsule de l'articulation scapulo-humérale, vers le sommet de la tubérosité externe de l'humérus. Ce muscle est ainsi très semblable au moyen pectoral des Oiseaux, et devient un puissant élévateur du bras. Cette disposition curieuse se retrouve dans tous les Macaques.

» 2° Dans l'Homme et dans l'Orang, le *carré pronateur* est formé de fibres qui appartiennent en entier à la face palmaire de l'avant bras. Il est donc exclusivement pronateur; mais dans le Chimpanzé, dans le Gorille, et dans tous les Macaques, une grande partie des fibres de ce muscle se fixe à la face dorsale du radius.

Donc, en même temps qu'il est pronateur par quelques-unes de ses fibres, il devient supinateur par les autres. Dans les Chimpanzés et dans les Macaques, il y a à la fois un *carré pronateur* et un *carré supinateur.*

» 3° Dans la main de l'Homme, à son côté dorsal, existent certains muscles auxquels on donne le nom d'extenseurs propres. A ce système appartiennent, l'extenseur propre du pouce, celui de l'index, celui du doigt auriculaire. Dans l'Homme, dans le Gorille, et dans le Chimpanzé, j'ajouterai dans les Singes et les autres Mammifères, ces extenseurs forment, de concert avec l'extenseur commun, la gaîne fibreuse qui revêt la face dorsale des doigts. Mais dans l'Orang on observe une disposition différente et toute particulière. Ces muscles en effet, par une exception dont je ne connais aucun autre exemple, s'attachent à l'extrémité supérieure des premières phalanges, et sont exclusivement extenseurs de ces phalanges. La main des Orangs, sous ce rapport encore, diffère singulièrement d'avec celle des Chimpanzés.

» 4° La myologie du membre postérieur, dans les Chimpanzés et dans les Gorilles, est tout à fait semblable à celle du Magot. *Le pouce y est mu par un long fléchisseur très puissant*, et le mouvement d'opposition de ce pouce, qui est *énorme*, est encore aidé par l'action du long péronier latéral; dans l'Orang-Outang, au contraire, le pouce de la main tibiale est *rudimentaire* presque autant que celui de la main radiale, et, chose remarquable, *le long fléchisseur de ce doigt manque absolument.* Tout au plus est-il représenté par un petit tendon que quelques fibres charnues ral lient à la masse des muscles qui forment l'éminence thénar de cette main postérieure. Aussi ce pouce n'est il point opposable aux autres doigts. Les extenseurs propres présentent au pied de l'Orang les mêmes particularités qu'à la main, c'est-à-dire, qu'ils s'attachent immédiatement aux premières phalanges. C'est là une organisation typique à laquelle on ne saurait attacher trop d'attention.

» § 6. Ces remarques générales permettent d'affirmer : 1° que l'Orang, d'une part, le Chimpanzé et le Gorille, de l'autre, déjà très différents au point de vue de l'organisation cérébrale, représentent, parmi les Singes, deux types parfaitement distincts; 2° qu'en s'abaissant, l'Homme ne devient pas semblable aux

Singes, et, réciproquement, qu'en s'élevant, les Singes n'acquièrent aucune ressemblance réelle avec l'Homme.

» Ces faits démontrent que l'idée de la série animale, défendue avec tant de hauteur par M. de Blainville, est une abstraction, qui laisse entière la doctrine de la distinction éternelle des types et des espèces. Chaque type se perfectionne ou s'amoindrit, s'élève ou s'abaisse en lui-même. Aucun d'eux ne passe à un autre, et, si voisins qu'ils soient, les sphères de leurs développements ne se confondent jamais. Cette proposition générale me semble rigoureusement confirmée par les faits que je viens d'énoncer sommairement. »

Séance du 4 août 1855.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny communique la description d'un appareil de son invention, ayant pour but de faire des épuisements au moyen de l'espèce particulière de chutes d'eau dont permettent de disposer les tuyaux de conduite dans les villes. Il a fait, il y a plusieurs mois, une communication sur un appareil qui continue à être employé utilement à faire des épuisements au moyen d'une petite chute d'eau. Son but aujourd'hui est d'indiquer un moyen simple d'utiliser, dans les circonstances analogues, les chutes quelquefois assez grandes, ou plutôt les *pressions variables* dont les tuyaux de conduite permettent de disposer, sans que l'on ait la liberté d'employer, à cause des localités, un principe analogue à celui du bélier aspirateur.

M. de Caligny a signalé depuis longtemps une sorte de bélier hydraulique à une seule soupape, susceptible d'être construit de manière à retrouver le sens du mouvement d'une longue colonne liquide, afin d'employer le travail d'une chute d'eau à vider alternativement un tube au-dessous du niveau d'un puisard, dont l'eau peut entrer alternativement dans ce tube au moyen d'un clapet. Ce système, malgré sa simplicité, avait un inconvénient pour les puisards d'une certaine profondeur, à cause du travail en frottement perdu dans les tuyaux quand ils avaient un petit diamètre par rapport à cette profondeur, quoique le chemin parcouru par la résistance en frottement pût être diminué au moyen d'un grand matelas d'air sur lequel la colonne liquide en mouvement venait se précipiter pour changer ensuite de direction.

L'auteur a reconnu qu'il était, en général, plus simple de mettre la colonne d'eau motrice en communication avec ce réservoir ou matelas d'air avant qu'elle eût du mouvement acquis, comme si l'on voulait utiliser la chute d'eau seulement par le principe de la fontaine de Héron. La différence avec le principe de cette fontaine résulte de ce que, le travail moteur étant employé d'abord à comprimer de l'air dans une capacité fermée de tout autre côté, jusqu'à ce que la colonne liquide soit revenue au repos, la communication est interrompue ensuite avec le bief d'amont pour être établie entre ce réservoir d'air comprimé et une colonne liquide contenue dans un tuyau débouchant dans le bief d'aval, où l'on veut soulever l'eau du puisard dont le niveau est inférieur à celui de ce dernier bief. La vitesse est alors graduellement engendrée dans ce tuyau débouchant au-dessous du niveau du bief d'aval ; et pour qu'il entre de l'eau du puisard dans ce tuyau par un clapet, il suffit qu'en vertu de cette vitesse, la pression intérieure soit convenablement diminuée. M. de Caligny ne croit pas devoir entrer ici dans plus de détails sur la manière dont se compose ce genre de pression, parce que cela rentre dans des expériences qu'il a depuis longtemps communiquées. Mais il croit utile d'insister sur cette disposition de colonnes liquides oscillantes, à cause d'une circonstance pratique qui lui paraît intéressante par sa simplicité. — Elle consiste en ce que, soit à cause de la longueur des colonnes liquides oscillantes, soit même tout simplement à cause de l'emploi de clapets de retenue dans le cas où ces colonnes n'auraient pas de grandes longueurs, il n'y a aucune difficulté à changer la communication du réservoir d'air avec l'un ou l'autre des deux tuyaux. Ainsi le maximum de compression dans le réservoir d'air arrive, en général, précisément à l'époque où il est utile de changer l'état de ces communications, et le minimum de compression, dans ce même réservoir d'air, arrive aussi précisément, en général, à l'époque où il est utile de remettre les communications dans l'état où elles étaient à l'époque du maximnm de compression. On va, d'ailleurs, expliquer bientôt quelles restrictions peuvent être apportées à la précision de ces époques.

D'après ce qui a été communiqué précédemment par M. de Caligny sur les divers systèmes de soupapes, de tiroirs ou de robinets applicables dans des circonstances analogues, il croit pouvoir

se contenter de remarquer que, dans l'une ou l'autre position du système, l'emploi des déclics à ressort ne présente aucune difficulté.

Cet appareil est disposé de manière que si le moteur est de l'eau propre, cette eau passe seule dans les parties dont l'ajustement pourrait être embarrassant s'il y passait des eaux sales, tandis que les eaux à épuiser, qui sont généralement sales, ne peuvent entrer que dans le tuyau en communication avec le bief d'aval.

Quand les pressions motrices sont très variables, il faut disposer en amont, sur le tuyau des eaux qui arrivent, un autre matelas d'air ayant pour but de recevoir la colonne motrice, s'il y reste du mouvement à l'époque où se fait le changement de communications. Enfin, si, par suite des variations du niveau dans le puisard, il reste du mouvement dans le tuyau en communication avec le bief d'aval quand l'autre changement se fait, il est facile de voir de quelle manière ce mouvement est principalement employé à faire une aspiration sur le puisard, si les choses sont convenablement disposées.

Séance du 11 août 1855.

ICHTHYOLOGIE. — M. Aug. Duméril a présenté à la Société un résumé succinct de quelques leçons du cours d'Ichthyologie qu'il a fait cette année au Muséum d'histoire naturelle, comme suppléant de son père.

Ces leçons ont été consacrées à l'étude des divers modes d'utilité des Poissons, à des considérations générales sur les pêches, puis à l'exposition des principaux faits relatifs à la pisciculture.

Conformément à la classification préparée par M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire pour les Mammifères et les Oiseaux dont l'Homme tire parti, les Poissons ont été divisés en *auxiliaires*, *industriels*, *accessoires* ou d'ornement, *médicinaux* et *alimentaires*. Les espèces les plus importantes de chacun de ces groupes ont été signalées. A l'occasion du dernier, qui mérite plus particulièrement de fixer l'attention, M. Aug. Duméril a montré que ces animaux peuvent former quatre classes, selon les qualités diverses de leur chair. L'exposé de ces faits l'a conduit à discuter deux questions que soulève nécessairement l'étude de l'ichthyophagie, et qui sont relatives à l'influence qu'elle peut exercer,

soit sur la santé, soit sur la fécondité faussement exagérée des populations qui font un usage presque exclusif de ce mode d'alimentation. Les accidents que les Poissons déterminent quelquefois ont été énumérés : les uns résultent des décharges électriques ou des blessures faites par des épines ou des aiguillons très acérés et souvent dentelés en scie ; les autres, de leur emploi comme aliment.

L'étude des pêches étant une conséquence naturelle de celle des Poissons qui servent de nourriture, le développement remarquable qu'elles ont pris en France a été démontré par l'analyse des documents que publie l'administration des douanes. Les grandes pêches de la Morue, du Hareng, de la Sardine, de l'Anchois, du Thon, du Maquereau et de l'Esturgeon ont été décrites avec les détails nécessaires. Ces descriptions ont provoqué la discussion de l'opinion, généralement rejetée aujourd'hui, mais longtemps soutenue, que les Poissons dits migrateurs exécuteraient chaque année, à l'époque de la reproduction, de longs voyages, en se dirigeant des mers du nord vers des eaux méridionales moins froides. On est, en effet, maintenant porté à admettre que l'apparition périodique, sur telle ou telle côte, de différents Poissons, le plus souvent réunis en nombre immense, s'explique d'une façon bien plus simple et plus naturelle par leur ascension des grandes profondeurs vers les surfaces, où ils se trouvent placés dans des conditions beaucoup plus favorables pour leur propagation.

A la question des pêches se rattache l'examen des moyens mis en usage pour conserver vivants les Poissons ; aussi tout ce qui concerne les étangs, les viviers et les piscines a-t-il été étudié, et les pratiques actuelles ont été comparées à ce qui s'est fait à cet égard, non-seulement dans les derniers siècles, mais dans l'ancienne Rome, où, du temps des Empereurs, les Poissons furent la cause de tant de folles dépenses.

L'histoire de l'établissement fondé dans les lacunes de Comacchio a montré les ressources précieuses que peut fournir la création des viviers alimentés par la mer et par l'eau douce.

Après avoir insisté sur tout ce que l'Homme est en droit d'attendre d'une habile exploitation des richesses contenues dans les eaux, l'attention a été appelée sur la diminution considérable de ces richesses à notre époque, par suite des causes variées qui ont

amené, dans un trop grand nombre de localités, l'appauvrissement des rivières ou des fleuves et des rivages de la mer. Ces considérations ont conduit à faire connaître les moyens proposés pour les repeupler, et à passer en revue les faits dont l'ensemble constituela pratique des fécondations artificielles et de l'élève des Poissons.

Pour ne rien omettre de ce qui se rapporte aux procédés de la pisciculture, les secours que peut fournir l'emploi sagement combiné des frayères, soit naturelles, soit artificielles, ont été énumérés.

Enfin, un des points les plus importants de cette question a été étudié avec tous les détails qu'il comporte : c'est celui qui a trait à la dissémination des Poissons dans les eaux dont on veut obtenir le repeuplement; la réussite, d'ailleurs, dépendant du soin avec lequel on aura tenu compte de certaines conditions qui peuvent exercer une grande influence sur les résultats. Telles sont, entre autres, la température des eaux, leur état de calme ou d'agitation, la nature même du lit sur lequel elles coulent. Ainsi, pour beaucoup d'espèces, ne pourra-t-on espérer les voir se développer et se reproduire dans des eaux différentes de celles où elles vivent d'ordinaire, qu'en procédant à leur égard de façon à éviter les transitions brusques et en mettant en usage, comme on le fait en ce moment pour les Bœufs à toison ou Yacks du Thibet, les acclimatations graduées et successives.

ANATOMIE COMPARÉE. *Moelle.* — M. Pierre Gratiolet a communiqué à la Société, dans la même séance, la note suivante sur la composition des *faisceaux postérieurs* de la moelle et sur la signification des petits cordons accessoires désignés sous le nom de *cordons médians postérieurs.*

« Tous les anatomistes connaissent les deux petits faisceaux qui bordent le sillon médian postérieur de la moelle. M. Cruveilhier s'exprime ainsi au sujet de ces faisceaux : « On doit encore » admettre avec Haller, Chaussier, Gall et Rolando, un 3e cordon » qu'on peut appeler *cordon médian postérieur*, lequel fait suite » à ces faisceaux renflés en mamelon qui bordent le bec du *calamus scriptorius* et qui sont limités en dehors par un sillon su» perficiel. Ces petits cordons, excessivement étroits, que plusieurs

» anatomistes n'admettent qu'à la région cervicale, *se prolongent*
» *dans toute la longueur de la moelle* (1). »

» M. Longet n'attache aucune importance réelle à l'existence de ces faisceaux. L'opinion de ce physiologiste est énoncée dans le passage suivant que j'emprunte à son ouvrage : « Ajoutons que le
» sillon appelé *postérieur intermédiaire*, et visible, en arrière,
» de chaque côté du sillon médian, semble subdiviser le cordon
» postérieur, au moins dans la région cervicale, en deux cordons
» secondaires, dont le plus interne (celui que borne le sillon mé-
» dian) a été nommé *cordon médian postérieur*. Mais cette sub-
» division, proposée et admise par quelques anatomistes, *ne se*
» *fonde sur aucune délimitation profonde et réelle* (2). »

» J'ai cité ces deux auteurs, parce que leur opinion résume clairement celle de la plupart des anatomistes les plus récents. D'ailleurs il est aisé de voir que ces cordons médians postérieurs n'ayant jamais été étudiés avec une attention véritable, qu'aucune expérience directe n'ayant été tentée sur eux, les questions qui les concernent ont été tranchées, plutôt que résolues. Il m'a semblé, par exemple, que M. Longet avait été trop loin en assurant que leur existence ne se fonde sur aucune délimitation profonde et réelle. Cette délimitation me paraît au contraire fort tranchée, non-seulement dans l'Homme, mais encore dans tous les Mammifères; et, un fait aussi général, quel que soit d'ailleurs l'état actuel de la physiologie, ne saurait être négligé sans imprudence. Aussi ai-je cru devoir reprendre cette étude, qui m'a conduit, ainsi qu'on va le voir, à des résultats inattendus, et dont la publication ne paraîtra peut-être pas déplacée, dans un moment où les expériences de M. Brown-Séquard, semblent fonder une physiologie nouvelle sur les ruines des théories qui ont jusqu'à présent regné dans l'histoire de la moelle épinière.

» Les faits sur lequels je vais appeler l'attention de la Société peuvent être exprimés en peu de mots.

» On sait que la moelle épinière, en arrière de son renflement lombaire, s'atténue graduellement, et se prolonge vers la région caudale, en un cordon funiculaire plus ou moins grêle qui se ter-

(1) *Anat. Descript.*, *Névrologie*, page 576.
(2) *Longet.*, *Anatomie du système nerveux*, t. Ier, page 233.

mine en général à la région sacrée. Cette région funiculaire est remarquable à bien des égards, et son histoire embryogénique est encore à faire. On sait, en effet que, chez tous les Vertébrés ovipares, sauf une ou deux exceptions, la moelle occupe toute la longueur de l'axe vertébral, et peut-être en est-il de même chez les animaux mammifères, au début de la vie intra-utérine. Cette région funiculaire de la moelle serait-elle un reste de cette disposition primitive? A-t-elle des fonctions propres distinctes de celles des autres régions de la moelle? Sa suppression aurait-elle des effets sensibles sur l'ensemble des fonctions du système nerveux? Toutes ces questions peuvent être posées, mais elles ne sont point encore résolues.

» Quoi qu'il en soit, une étude attentive découvre dans cette région funiculaire de la moelle, 1° un ventricule ou canal médian; 2° deux cordons antérieurs; 3° deux petits cordons postérieurs.

» Ces petits cordons postérieurs s'avancent vers la région lombaire de la moelle, et ne cessent point d'être distincts; mais à la partie antérieure de cette région ils s'atténuent de plus en plus et finissent par disparaître.

» Ainsi, les cordons postérieurs, tels qu'ils existent dans la région funiculaire, ne se prolongent pas dans toute l'étendue de la moelle. Vers la région lombaire, au niveau de l'implantation des racines postérieures des nerfs du membre abdominal, de nouveaux faisceaux postérieurs se constituent sur leurs côtés, et les cordons postérieurs de la région funiculaire deviennent ainsi, dans la région lombaire, *des cordons médians postérieurs*.

» Au devant de la région lombaire, est la région dorsale. Ici, les cordons postérieurs de la région funiculaire ayant disparu, les cordons postérieurs, reconstitués à la région lombaire par l'adjonction de fibres nouvelles, forment la marge immédiate du sillon médian postérieur. Il n'y a donc point à la région dorsale de cordons médians postérieurs, et les auteurs qui les ont décrits dans cette région ont évidemment été induits en erreur.

» Quoi qu'il en soit, ces nouveaux cordons postérieurs, d'abord larges et épais à la région lombaire, s'atténuent à leur tour de plus en plus, dans la région dorsale, et sur le renflement cervical ils ne sont plus représentés que par des cordons si déliés qu'ils ont

en effet mérité le nom de cordons grêles. Ces cordons sont les cordons médians postérieurs de la région cervicale, cordons aux côtés desquels de nouveaux faisceaux postérieurs se reconstituent par l'adjonction de fibres nouvelles, en regard du membre antérieur.

» Ces faits, sommairement exposés, permettent d'énoncer cette proposition générale, que le cordon postérieur est triple, et formé de trois systèmes enchevêtrés, qui se succèdent régulièrement de l'extrémité caudale à l'extrémité céphalique de l'animal. On en peut conclure encore cette autre proposition, que les fibres qui constituent la partie apparente des cordons postérieurs à la région lombaire ne se retrouvent plus dans la région dorsale et encore moins dans la région cervicale à la superficie de ces cordons.

» Que sont devenues ces fibres ? Ont-elles continué leur trajet vers le cerveau dans la profondeur de la moelle ? Se sont-elles terminées successivement dans cette moelle elle-même comme dans leur centre coordinateur ? Ces deux questions doivent être posées.

» La première question peut être affirmativement résolue, mais pour quelques-unes des fibres seulement. L'étude attentive de la moelle démontre, en effet, que du cordon postérieur se détachent des plans de fibres dont la disposition détermine ces stries délicates que présente, dans les coupes transversales de la moelle épinière, le tranchant gélatineux des axes gris. Il est donc bien certain qu'un assez grand nombre de fibres des faisceaux postérieurs cheminent au travers de la substance grise gélatineuse ; maisi n'est pas aisé de déterminer quelle est la terminaison réelle de toutes ces fibres. Quelques-unes disparaissent au milieu du réseau des cellules multipolaires du tranchant spongieux de l'axe gris. D'autres semblent se diriger vers le ventricule et vers la commissure, d'autres enfin se terminent (et c'est là un fait que j'ai heureusement aperçu dans ces derniers temps dans la moelle du Chat, après l'avoir vainement recherché pendant près de trois ans) dans les cellules multipolaires qui occupent les interstices des cloisons que divisent en plusieurs cellules les tranchants gélatineux des axes gris. Les plexus des cellules multipolaires communiquent donc d'une part avec les faisceaux antérieurs, et de l'autre avec les faisceaux postérieurs, communication qui explique aisément les actions réflexes de la moelle.

» Mais la majeure partie des fibres de la moelle remonte-t-elle, en effet, vers le cerveau ?

» Il suffit de comparer les aires des espaces occupés, sur des coupes de la moelle pratiquées en plusieurs régions, par les différentes parties qui la constituent, pour demeurer convaincu que toutes les fibres dont se compose le cordon postérieur à la région lombaire, ne peuvent être contenues dans les cordons postérieurs dorsaux. Il y a, en effet, et surtout chez les animaux à corps allongé, une telle réduction de toutes les parties de la moelle dans cette région dorsale, qu'une pareille idée ne serait pas soutenable. Dans le Chat, par exemple, des aires de tranches des faisceaux postérieurs, comparées dans la région lombaire et dans la région dorsale, sont entre elles : : 1 : 0,41. Ainsi le volume des cordons postérieurs dorsaux n'est pas égal à la moitié du volume des faisceaux postérieurs lombaires. Proportion d'autant plus significative, que de nouveaux nerfs s'adjoignant successivement, et de segment en segment à la moelle épinière, il faudrait encore déduire de ce volume total des cordons postérieurs dorsaux, la somme hypothétique des fibres qui font suite à ces nerfs d'adjonction nouvelle.

» Ainsi, les faisceaux postérieurs s'atténuent, et ce que nous disons du Chat, nous pourrions le dire de tous les animaux mammifères.

» Mais cette réduction, dira-t-on, n'est peut être qu'apparente. Peut-être que les faisceaux postérieurs ne diminuent dans la région dorsale que parce que leurs fibres, se fasciculant d'autre sorte, continuent leur trajet par l'intermédiaire de nouveaux faisceaux, soit dans l'intérieur des axes gris, soit en s'unissant aux faisceaux antérieurs. Ce doute serait légitime, mais il peut être aisément résolu.

» En effet, la réduction si évidente qu'offrent les faisceaux postérieurs dans la région dorsale est encore dépassée par celle que présentent les axes gris et presque égalée par celle que présentent les cordons antérieurs. Ainsi, sur les coupes dont nous avons parlé, les aires des axes gris comparés dans les régions lombaire et dorsale étaient : : 1 : 0,14. La réduction des axes gris est donc plus grande encore que celle des faisceaux postérieurs. Enfin l'aire de la tranche des faisceaux antérieurs dans la région lombaire

est à l'aire des mêmes faisceaux dans la région dorsale : : 1 : 0,53.

» En comparant ces différentes proportions, établies aussi rigoureusement que peut le permettre un pareil sujet d'après des images grossies 25 fois et dessinées à la chambre claire, on voit immédiatement que la réduction la plus grande à la région dorsale porte sur les axes gris, que les faisceaux postérieurs viennent ensuite, et qu'enfin la réduction la plus faible est éprouvée par les faisceaux antérieurs.

» Ces faits ont une véritable importance, en tant qu'ils peuvent servir de base à certaines propositions dont le sens est assez clair :

» 1° Toutes les parties de la moelle se réduisant à la fois, il est impossible de penser que le développement de l'une puisse compenser la réduction de l'autre, et, en conséquence, cette réduction est un fait réel.

» 2° Les diamètres de l'axe gris variant dans chaque région en raison directe de la quantité de fibres qui s'y rattachent, on est bien forcé d'admettre que ces variations sont relatives, non aux fonctions générales de la moelle considérée comme conducteur, mais à ses fonctions particulières, en tant que centre spécial de tel ou tel groupe de segments dans un animal vertébré.

» 3° La communication des parties postérieures du corps avec l'encéphale, loin d'être établie par la totalité de leurs nerfs, ne peut avoir pour condition matérielle que la plus petite partie des fibres qui les composent.

» Ces conséquences, qui découlent rigoureusement de l'examen des faits anatomiques, ne peuvent être contestées, et soulèvent des problèmes dont la solution est peut-être encore bien éloignée. »

Séance du 20 octobre 1855.

MÉCANIQUE ET PHYSIQUE. — M. de Saint-Venant présente diverses considérations sur *l'élasticité des corps*, sur *les actions entre leurs molécules*, sur *leurs mouvements vibratoires atomiques*, et sur *leur dilatation par la chaleur*.

« L'élasticité et les vibrations s'expliquent suffisamment, dit-il, quand il est question *des gaz*, en admettant entre leurs molécu-

les *des forces répulsives* qui augmentent lorsqu'elles se rapprochent et qui diminuent lorsqu'elles s'éloignent, en sorte que celles qu'on dérange de leurs positions d'équilibre tendent à y revenir comme étant plus repoussées qu'auparavant par les molécules dont elles se sont approchées et moins par celles dont elles se sont écartées.

» Quand il s'agit de *corps solides*, on admet en outre, pour en expliquer la cohésion, *des actions attractives*, qui augmentent et diminuent aussi avec le degré du rapprochement moléculaire, mais dans une moindre proportion que les actions répulsives, afin que la répulsion l'emporte lorsque le corps est comprimé, et l'attraction lorsqu'il est étendu mécaniquement, et qu'il tende ainsi toujours à revenir à sa forme première si elle a été un peu changée.

» On ne saurait, en tout cas, en n'admettant *que des attractions*, expliquer l'élasticité et la vibratilité d'aucun corps, car l'état d'équilibre que ces forces pourraient donner par leurs actions de diverses directions sur chaque molécule serait nécessairement instable, *à moins qu'elles n'augmentent avec les distances des molécules*, ce qui n'est pas supposable. Et, d'ailleurs, l'impénétrabilité exige toujours des résistances répulsives, soit à distance, soit tout au moins au contact, si l'état actuel de la science n'excluait pas la supposition du contact absolu.

» Beaucoup d'auteurs, en admettant les deux forces répulsive et attractive, regardent *l'attraction seule* comme propre ou essentielle aux molécules, et attribuent la répulsion à une cause extérieure, *la chaleur*, qui a, comme l'on sait, pour caractère principal de dilater tous les corps.

» Mais Ampère objecte, avec beaucoup de bon sens, que si cette opinion était fondée, ou si toute répulsion n'était qu'une apparence due à l'intervention de la chaleur (*Bibl. univ. de Genève*, 1832, t. 49, p. 225), il faudrait renoncer à expliquer les phénomènes de la chaleur par des vibrations, comme on explique si bien ceux de la lumière, avec lesquels ils ont une analogie reconnue chaque jour plus intime ; car les vibrations supposent déjà des répulsions, comme on vient de dire. et des répulsions à distance. Il faudrait, malgré tant de raisons de ne plus reconnaître que des actions entre parties non contiguës, rétablir ce fluide absolument

incompressible appelé calorique, dont les parties se touchent et ne repoussent qu'au contact, bien qu'elles soient attirées à distance; et il faudrait l'introduire même entre les particules de l'éther lumineux (reconnues disjointes comme l'on sait), ou expliquer la lumière par la chaleur, etc.

» Il paraît donc inévitable d'admettre entre les parties des corps une répulsion *inhérente à leur nature*, ou une loi primordiale d'expansion en vertu de laquelle ces parties s'écartent l'une de l'autre avec des accélérations variables se composant statiquement ensemble.

» S'il répugne à l'esprit d'admettre que les molécules exercent à la fois et toujours, ou bien alternativement et suivant les distances, deux actions mutuelles de sens contraire, l'une répulsive, l'autre attractive, une réflexion de Newton, à laquelle M. Azaïs et plus scientifiquement M. de Tessan, ont donné une suite il y a peu d'années, peut faire cesser cette difficulté philosophique, en prouvant la possibilité de réduire les actions moléculaires propres ou naturelles à une seule espèce, *la répulsion ;* car, comme il est dit dans l'Optique (question XXI du livre III), la force élastique du milieu éthéré où nagent tous les corps pondérables peut suffire à les pousser des endroits où il est plus dense vers les endroits où il est rendu plus rare par la répulsion simultanée de deux de ces corps, en sorte que les *attractions apparentes* des parties pondérables peuvent venir de l'inégalité des *actions répulsives* exercées par l'éther sur les côtés où ces parties se regardent, et sur les côtés postérieurs où ces actions se maintiendraient plus fortes; explication évidemment analogue avec celles qu'on donne généralement de l'attraction aussi apparente de deux corps flottants sur la surface d'un liquide qui ne les mouille ni l'un ni l'autre, ainsi qu'il a été déjà remarqué dans une note communiquée à la Société philomatique en 1844 (*l'Institut*, 1re section, 1844, p. 48 et *Bull. de la Soc. phil.*, p. 10), et, aussi, à la fin des Leçons sur l'élasticité de M. Lamé.

» Newton va même jusqu'à montrer, par un calcul fondé sur le rapport de la vitesse du son à la vitesse de la lumière, surpassée, dit-il, par la vitesse des « accès de facile transmission ou réflexion », qu'il attribue aux vibrations de l'éther, que ce fluide subtil doit avoir une force élastique incomparablement plus grande que

celle de l'air atmosphérique, et capable par conséquent de produire, par les seules différences des pressions exercées à l'arrière et à l'avant des corps considérés deux à deux, la *gravitation universelle* et même la cohésion des solides les plus durs. Si nous modifions son calcul conformément aux théories actuelles, en nous appuyant sur ces formules de M. Cauchy, donnant la *pression normale* N_{xx} et la *pression tangentielle* T_{yz} d'un milieu élastique pour le cas d'une pression antérieure p égale en tous sens avant son ébranlement, $N_{xx}=p+(3G+p)\frac{du}{dx}+(G-p)\frac{dv}{dy}+(G-p)\frac{dw}{dz}$, $T_{yz}=(G+p)\left(\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}\right)$, où G est le coefficient d'élasticité de *glissement* (dont on connaît le rapport théorique avec celui d'*extension*), u, v, w les petits déplacements dans les sens des coordonnées x, y, z ; et si nous nommons p et p' la pression de l'air et celle de l'éther, G et G' leurs coefficients d'élasticité, enfin ρ la densité de l'air et ρ' celle de l'éther (qui, s'il n'a pas de pesanteur, doit avoir une masse, puisqu'il est supposé doué d'inertie), nous obtiendrons respectivement $\sqrt{\frac{p+3G}{\rho}}$ et $\sqrt{\frac{p'+G'}{\rho'}}$ pour les vitesses de propagation des ondes sonores dans l'air et des ondes lumineuses dans l'éther. Et comme la première a la valeur mesurée connue de 337 mètres, tandis que $\sqrt{\frac{p}{\rho}}$ ou ce qu'on appelle vitesse newtonienne n'est que 279 mètres par seconde, l'on a $p+3G=p\left(\frac{337}{279}\right)^2$, d'où $G=0,153p$. Et si, faute d'autre document, l'on admet le même rapport 0,153 entre G' et p', ou entre le coefficient d'élasticité de l'éther et sa pression, l'on trouve, en faisant $\sqrt{\frac{p'+G'}{\rho'}}=309\ 500\ 000$ mètres par seconde, vitesse mesurée de la lumière, que l'éther aura une pression 10 670 000 fois plus forte que l'air, même en ne lui accordant qu'une densité cent mille fois plus petite, et bien qu'il en résulte, pour ce fluide, une rigidité G'=17 billions de kilogrammes par mètre carré ou plus que double de celle du fer. Si l'on supposait

G′ nul ou négligeable devant p', on trouverait $p' = 12\,000\,000\,p$, et encore davantage en faisant la densité ρ' de l'éther moins faible. Il n'y a certes pas de difficulté à attribuer les phénomènes d'attraction apparente aux différences de grandeur que peut présenter, entre les corps et hors de leurs intervalles, une pression dont l'intensité habituelle s'élèverait, ainsi, au moins à *onze millions d'atmosphères.*

» Quelque différents donc que ces résultats numériques puissent être de la réalité des choses, il n'y a, comme l'on voit, aucune impossibilité à expliquer tous les phénomènes par des répulsions qu'exercent les molécules du fluide éthéré, tant entre elles que sur les corps pondérables. Si, au contraire, l'on n'admettait que des attractions de l'éther sur lui-même et sur les autres corps, son interposition ne produirait entre ceux-ci que des attractions, comme il arrive entre les corps flottants mouillés par un même liquide ; les répulsions, et, par suite, l'élasticité, l'impénétrabilité, les pressions, les vibrations, seraient impossibles.

» Reste à expliquer, par des vibrations atomiques, si la chaleur n'est pas autre chose, les dilatations produites dans les corps par l'échauffement. Cela est facile si l'on attribue à l'action moléculaire totale entre parties pondérables une loi conforme à tous les faits, ou si l'on admet que l'excès (positif ou négatif) de la répulsion sur l'attraction des molécules *croît habituellement plus vite quand les distances diminuent, qu'elle ne décroît quand les distances augmentent* à partir d'une même grandeur ; ce qui revient à dire *que son coefficient différentiel du second ordre, pris par rapport à la distance, est positif*, au moins dans les limites de stabilité des systèmes moléculaires ; en sorte que la courbe des excès répulsifs, ayant pour abscisses les distances, tourne sa concavité en haut, ou du côté positif des répulsions. En effet, dans un système réduit à deux molécules en vibration, la moyenne entre la plus grande et la plus petite distance mutuelle sera forcément un peu plus grande que la distance d'équilibre, vu la résistance un peu plus considérable de ces molécules au rapprochement qu'à l'écartement ; en sorte qu'en considérant un ensemble moléculaire, les vibrations calorifiques, tout en pouvant affecter en sens différent les couples consécutifs à chaque instant, ont pour effet d'augmenter, pour tous, l'écartement moyen, et, par suite, d'accroître les dimensions visibles et mesurables, ou de

dilater les corps ; et la diminution d'amplitude de ces mêmes vibrations, par un refroidissement, a pour effet de les contracter.

» On peut donc admettre, dans l'univers, des répulsions moléculaires, sans les attribuer à la chaleur, qui leur est plutôt attribuable.

» L'on voit aussi, que si l'on veut expliquer mathématiquement les phénomènes de la chaleur par des actions moléculaires, il est nécessaire de prendre en considération, dans le calcul, les quantités du second ordre, comme on fait pour certains phénomènes de la lumière, tels que la dispersion, etc. ; car si l'on ne tenait compte que du coefficient différentiel du premier ordre de la fonction des distances qui représente cette action, ou si l'on remplaçait par sa tangente la ligne courbe qui en exprime la loi, en négligeant sa courbure, la distance moyenne atomique dans l'état vibratoire serait égale justement à la distance d'équilibre, et l'échauffement ne produirait aucune dilatation. Et comme il y a un certain degré d'écartement moléculaire passé lequel l'action totale devenue attractive cesse de croître, et pour lequel par conséquent la courbe prend une inflexion et sa courbure change de sens, ou sa dérivée du second ordre de signe, ce qui est la cause des ruptures quand l'écartement est produit par une traction extérieure persistante, et probablement aussi la cause de la liquéfaction quand l'écartement a été amené par les vibrations calorifiques, l'on peut s'expliquer, malgré le mystère qui enveloppe encore les changements d'état des corps, comment, aux abords du point de passage de l'état solide à l'état liquide ou réciproquement, la communication d'une quantité de chaleur nouvelle produit, quelquefois, exceptionnellement une contraction, et, le refroidissement, une dilatation.

» Si, dans la théorie des vibrations sonores, qui affectent tout l'ensemble ou des portions considérables des corps, il suffit d'avoir égard à la *pente* de la courbe des actions moléculaires totales, ou au coefficient différentiel du premier ordre de la fonction qu'elle figure, et s'il en est de même lorsque l'on considère d'une manière purement statique les petites extensions et contractions des corps élastiques, qui opposent comme l'on sait des résistances à peu près égales aux unes et aux autres pour même amplitude, c'est qu'elles altèrent apparemment les distances dans des proportions moins

considérables que les vibrations calorifiques, qui, d'après Ampère, affectent jusqu'aux groupes atomiques composant les molécules intégrantes ; supposition confirmée par la considération des effets de la chaleur, autres que la dilatation. »

Séance du 3 novembre 1855.

OVOLOGIE. *Développement du Poulet.* — M. Dareste a fait des recherches dans le but d'apprécier l'influence qu'exerce sur le développement du Poulet l'application partielle d'un vernis sur la coquille de l'œuf. Les résultats en sont consignés dans la note suivante qu'il a communiquée à la Société.

« J'ai fait, pendant l'été dernier, un grand nombre d'expériences pour déterminer l'action que des enduits imperméables, appliqués sur des œufs de Poule, exercent sur le développement du germe ou de l'embryon qu'ils contiennent. De semblables expériences ont été déjà faites par Geoffroy Saint-Hilaire, il y a plus de trente ans, et plus récemment par MM. Baudrimont et Martin Saint-Ange. Mais ces savants, n'ayant mis en expérience qu'un très petit nombre d'œufs, n'ont obtenu que des résultats très incomplets, bien qu'ils aient vu plusieurs faits importants. J'ai pu, à l'aide de l'ingénieux appareil d'incubation de M. Valée, mettre plus de soixante œufs en expérience. Cela m'a conduit à voir plusieurs faits qui avaient échappé aux savants dont je viens de rappeler les travaux.

» J'ai fait ces expériences en recouvrant certaines parties de l'œuf avec du vernis, et en faisant ces applications à des époques différentes, à partir du commencement de l'incubation. Lorsque j'ai verni le gros bout des œufs au commencement ou dans les premiers jours de l'incubation, j'ai trouvé, en cassant les œufs, un certain nombre de Poulets morts. Mais, à cette époque, l'application du vernis sur le gros bout de l'œuf n'est point toujours un obstacle au développement du Poulet. Plusieurs des œufs dont j'avais verni le gros bout se sont développés et m'ont présenté des Poulets qui, au moment où j'ai arrêté l'expérience, étaient dans un parfait état de santé. Il y avait toutefois dans ces Poulets un fait anatomique qui m'a paru très digne d'attention. L'allantoïde, au lieu de s'appliquer contre les parois de la chambre à air, était

venue, au contraire, s'appliquer contre une des parties de la coquille qui n'avait point été vernie. Ce fait donne évidemment l'explication de la persistance de la vie dans les conditions que je viens de rapporter ; car l'allantoïde est le second organe de la respiration du Poulet, et lorsqu'elle se développe, elle vient s'appliquer contre les parois de la chambre à air.

» Cette position anormale de l'allantoïde, si intéressante en elle-même, nous présente d'ailleurs un autre intérêt en ce qu'elle paraît être pour le Poulet le point de départ de certaines anomalies organiques. Les Poulets qui l'ont présentée étaient presque tous bien conformés ; mais, deux d'entre eux présentaient des anomalies fort remarquables. L'un avait la patte gauche affectée d'*hémimélie*, c'est-à-dire que les doigts manquaient complétement, tandis que la partie droite était régulière. L'autre avait la mâchoire supérieure considérablement réduite tandis que la mâchoire inférieure avait son développement normal. Comme, dans toutes mes expériences sur l'application du vernis à la surface des œufs, je n'ai obtenu d'anomalies que dans ce cas particulier, je me crois fondé à penser que ces anomalies ont été produites par la position de l'allantoïde.

» Lorsque l'application du vernis sur le gros bout de l'œuf a lieu vers le 5e jour, c'est à-dire à une époque où l'allantoïde est venue s'appliquer contre les parois de la chambre à air, de nouvelles conditions se produisent. En agissant ainsi, j'ai toujours tué le Poulet par asphyxie, en interceptant complétement la communication de l'oxygène de l'air avec le sang des vaisseaux allantoïdiens. Plus tard, de nouvelles conditions se produisent. L'allantoïde, après s'être appliquée contre les parois de la chambre à air, continue à se développer, et elle vient peu à peu s'appliquer sur la face interne de la coquille dans presque toute son étendue. Si, à cette époque, on vernit le gros bout de l'œuf, on n'exerce plus d'action sur le Poulet ; et cette opération ne peut plus empêcher l'allantoïde d'être en communication avec l'air extérieur. C'est du moins ce que j'ai observé toutes les fois que j'ai verni le gros bout des œufs du 8e au 12e jour de l'expérience, époque à laquelle mes expériences ont été terminées.

» Le vernissage du petit bout de l'œuf m'a donné des résultats très différents. Au début et dans les premiers temps de l'incubation,

le Poulet ne se développe pas toujours, et le nombre des insuccès paraît même plus fréquent que dans l'incubation artificielle ordinaire. Mais, lorsque l'allantoïde s'est bien développée et qu'elle s'est appliquée contre les parois de la chambre à air, il n'y a plus rien qui s'oppose au développement du Poulet, qui se fait d'une manière régulière. C'est du moins ce que j'ai constaté dans mes expériences. »

Séance du 10 novembre 1855.

M. Trécul présente un mémoire *sur les nids de l'Hirondelle, dite Salangane ou Alcyon.*

Ces nids que l'on recueille à la fin de juillet et au commencement d'août dans les cavernes des rochers qui bordent les îles de la Sonde, les Moluques et celles qui sont voisines des côtes de la Cochinchine, étaient très recherchés par les Orientaux, et surtout par les Chinois, comme alimentaires. Le crédit dont ils jouissaient auprès de ces peuples était fondé sur la propriété qu'on leur attribuait, dit Poivre, d'accroître la sécrétion des sucs prolifiques chez ceux qui en faisaient usage, et sur ce qu'on les croyait un remède alimentaire pour les personnes épuisées par les plaisirs ou par toute autre cause. Jusqu'ici la nature de la substance qui les constitue est demeurée comme ensevelie dans une sorte de mystère. On lui a attribué des substances très diverses : le suc d'un arbre appelé *Scalambouc*, du frai de Poisson, de la chair de Polypes, de l'Holothurie marinée. Des pêcheurs ont prétendu que c'était une humeur visqueuse qui découle du bec de l'oiseau au temps des amours. Enfin, dans ces derniers temps, Lamouroux, Cuvier, Kuhl, Meyen, M. Pouchet, etc., ont admis que ces nids sont formés d'Algues marines. Quelques auteurs y ont reconnu une substance animale : ce sont MM. Milne-Edwards, Évrard Home, Mulder, Dœbereiner. Cette divergence d'opinions tient, d'une part, aux falsifications auxquelles on a soumis cette substance, d'autre part, à ce que tous les nids des Salanganes ne sont pas composés des mêmes éléments, suivant que ces Oiseaux habitent l'intérieur des terres ou le bord de la mer. Dans l'intérieur des terres ils les font en grande partie avec des Lichens, parmi lesquels on trouve aussi des Algues, qu'ils agglutinent et fixent au rocher avec une

matière muqueuse. Au bord de la mer, les nids sont complétement formés de cette matière muqueuse. Ce sont ces derniers seulement qui sont employés comme alimentaires.

Ces nids, en forme de coquille, que l'on a comparée à celle d'un bénitier, sont constitués par une matière tantôt blanche, tantôt jaunâtre ou même légèrement rougeâtre. La cassure est brillante comme celle de l'albumine desséchée, et présente transversalement des lignes courbes superposées, dont la convexité est tournée vers la partie supérieure du nid. Elles sont dues à ce que les nids sont composés de lames minces placées les unes au-dessus des autres, qui se séparent par la macération dans l'eau. Ce liquide, en effet, *gonfle* la substance de ces nids, mais ne la dissout pas, même par une ébullition prolongée pendant un quart d'heure. Cette substance devient opaline, se ramollit, n'est plus cassante, mais se déchire facilement. Les lames qu'elle forme sont souvent assez minces et assez translucides pour être soumises immédiatement à l'examen microscopique. On trouve alors qu'elles consistent en une substance homogène, irrégulièrement striée dans le sens de sa longueur, comme si elle avait été étirée lorsqu'elle n'était qu'à l'état muqueux.

La structure des Algues, dont on a cru ces nids formés, est bien différente ; le *Sphærococcus cartilagineus*, par exemple, est constitué, vers la périphérie, de cellules d'autant plus petites qu'elles sont plus voisines de la surface ; elles sont globuleuses ou elliptiques et à parois assez épaisses. Le centre de la tige est formé de deux sortes d'éléments principaux : 1° de cellules à parois fort épaisses, striées transversalement ; elles sont remplies de granules très ténus ; 2° autour de ces utricules, d'autres cellules beaucoup plus étroites, très allongées, qui ressemblent à une multitude de filets qui s'entrecroisent dans toutes les directions ; elles contiennent une substance blanche, homogène. Ces quelques détails suffisent pour montrer qu'il n'y a pas la moindre analogie entre le *Sphærococcus cartilagineus* ou les Algues en général, et la substance des nids de la Salangane.

L'action de la chaleur sur la matière des Algues (comme le *Sphærococcus cartilagineus*, le *Gelidium corneum*, le *Gracilaria compressa*, etc.), et celle des nids, donne des résultats tout à fait opposés. La substance des nids, chauffée dans un tube,

exhale l'odeur de la plume brûlée, laisse dégager de l'huile empyreumatique et des vapeurs ammoniacales qui ramènent au bleu le papier de tournesol rougi ; tandis que les Algues, dont on a dit ces mêmes nids composés, brûlent en produisant des vapeurs acides qui rougissent très énergiquement le papier bleu de tournesol.

Le nid d'Hirondelle se comporte donc comme une substance animale. Mais quelle est cette substance ? Son défaut d'organisation apparente, sa cassure vitreuse, son insolubilité dans l'eau, la propriété qu'elle a de se gonfler dans ce liquide, et de donner des vapeurs ammoniacales en brûlant, la rapprochent évidemment des *mucus*. Cet ensemble de caractères donne donc de grandes probabilités en faveur de l'opinion des pêcheurs, qui ont prétendu qu'elle a pour origine une substance visqueuse qui coule du bec des oiseaux au temps des amours. Cette opinion acquiert un plus haut degré de vraisemblance, quand on considère que le Martinet noir, qui est très voisin de la Salangane, rend aussi un tel mucus à la même époque, mucus qu'il emploie à agglutiner les éléments de son nid.

Séance du 17 novembre 1855.

ANATOMIE COMPARÉE. *Cerveau des Mammifères.*—M. Pierre Gratiolet a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante sur quelques différences que présente l'organisation du cerveau dans les animaux mammifères.

« On imagine, en général, entre les animaux trop de similitudes. Les uns, comme Tiedemann, admettent un parallélisme absolu entre la série animale et la série des formes que le fœtus humain présente pendant les phases de son évolution successive ; d'autres, comme les phrénologistes, supposent en des organes homonymes chez différents animaux une organisation semblable, et raisonnent en conséquence. Certaines observations que j'ai eu l'occasion de faire militent victorieusement contre ces hypothèses ; et, bien qu'il ne m'ait pas été donné d'en étendre le champ autant que je l'aurais désiré, elles m'ont paru avoir dès à présent assez d'importance pour mériter d'être soumises à l'appréciation des philosophes, de ceux-là du moins qui attachent quelque prix à la psychologie comparée. — Cette note comprendra deux para-

graphes. On traitera dans le premier des origines du *nerf optique* et des différences qu'elles peuvent présenter ; dans le second, de la *commissure antérieure*.

« I. *Des différences qu'on observe dans les origines du nerf optique.* — 1. J'ai fait connaître dans mes communications antérieures cette remarquable expansion du nerf optique, qui s'était chez l'Homme et chez les Singes dans toute l'étendue du bord supérieur de l'hémisphère. Cette expansion est surtout manifeste en arrière du genou postérieur du corps calleux ; mais, au niveau de ce corps, ses fibres s'entrecroisant avec les fibres transverses qui le composent, elles deviennent très difficiles à démontrer. Aussi n'est-ce qu'à force d'attention et de patience qu'on parvient à en démontrer l'existence chez tous les animaux monodelphes dont le cerveau ne dépasse pas en arrière le corps calleux. Cette racine cérébrale du nerf optique prédomine singulièrement dans l'Homme et dans les Singes. Toutefois, il y en a une seconde fort anciennément connue, qui se porte aux tubercules quadrijumeaux. Celle-ci est au minimum dans l'Homme et dans les Singes ; mais dans tous les autres Mammifères elle l'emporte de plus en plus sur la première ; en sorte que l'on peut affirmer qu'il y a entre ces deux racines, celle qui va aux hémisphères et celle qui se porte aux tubercules quadrijumeaux, une sorte de balancement, comme si l'une se substituait à l'autre.

« 2. Il ne faudrait pas croire cependant que cette racine qui se porte aux tubercules quadrijumeaux n'a aucun rapport avec l'hémisphère. Ce rapport, en effet, existe ; mais ce n'est plus un rapport direct et immédiat. En effet, il dépend exclusivement des connexions que les tubercules quadrijumeaux ont avec le cerveau. La manière dont ces connexions sont établies est en général mal connue et mérite de fixer l'attention. Un petit faisceau blanc, connu de tous les anatomistes, se porte en premier lieu au corps genouillé interne, et c'est là la première étape de ces communications. Puis, du corps genouillé interne émane un système particulier de fibres qui rayonnent en un vaste éventail dont le plan s'épanouit dans l'hémisphère, entre le plan formé par les expansions cérébrales du nerf optique et celui qui résulte des irradiations pédonculaires directes. Si donc il y a une communication de la racine qui nous occupe avec le cerveau, elle a lieu nécessai-

rement par l'intermédiaire des tubercules quadrijumeaux et des corps genouillés internes. Ainsi, par rapport au cerveau, organe de l'intelligence, la première racine est directe. Celle-ci, au contraire, n'agit sur le cerveau que par l'intermédiaire des tubercules quadrijumeaux et des corps genouillés internes, qui sont des organes d'*automatisme pur*, comme le montrent évidemment toutes les expériences connues.

» 3. Dans l'Homme et dans les Singes, avons-nous dit, la racine directe l'emporte de beaucoup sur l'autre; mais celle-ci domine à son tour dans les Monodelphes quadrupèdes, dans les Ruminants surtout et dans les Rongeurs. La racine cérébrale, au contraire, est fort réduite chez ces animaux; encore ses entrecroisements avec le corps calleux en rendent-ils la démonstration difficile et parfois douteuse. Cette difficulté m'irritait. Sans le corps calleux, disais-je, cette racine cérébrale serait peut-être aussi manifeste dans les *Monodelphes* inférieurs qu'elle l'est dans le prolongement occipital de l'hémisphère humain et de celui des Singes. N'y aurait-il pas des Monodelphes sans corps calleux? Il n'y en a aucun, sans doute; mais il est certain que chez les Marsupiaux ce corps est fort peu développé et ne recouvre pas les couches optiques. J'attendis dès lors avec impatience l'occasion de disséquer des cerveaux d'animaux appartenant à ce groupe inférieur.

» 4. Cette occasion s'est enfin présentée : j'ai pu disséquer deux cerveaux d'*Halmaturus Bennetii*, un d'*Hypsipriminus murinus*, et deux autres de *Didelphis virginiana*. Le nerf optique est si petit dans ces derniers animaux, que les résultats qu'à cet égard m'ont donnés mes dissections pourraient bien n'avoir pas toute la certitude désirable. Mais il n'en a pas été de même des cerveaux d'*Halmaturus* dont j'ai parlé. Ici les résultats de la dissection n'ont pu laisser aucun doute. Eh bien! dans ces animaux, cette racine cérébrale du nerf optique, si grande dans les Singes, est nulle, absolument nulle. Le nerf *tout entier* se porte dans les tubercules quadrijumeaux; mais, en revanche, ces corps communiquent avec les corps genouillés internes, et, par l'intermédiaire de ceux-ci avec les hémisphères, par des faisceaux d'une richesse et d'une épaisseur inaccoutumées. Ce résultat inattendu m'a frappé d'étonnement; il contrariait toutes mes

prévisions. J'ai donc critiqué mes premières observations de toutes les manières ; mais elles n'ont point varié. Il est donc certain que, chez les Kanguroos, le nerf optique n'a plus avec l'hémisphère de relations directes, et ne communique avec lui que par l'intermédiaire des tubercules quadrijumeaux. Ainsi, chez les Primates, la racine cérébrale directe des nerfs optiques est grande et dominante ; elle se réduit de plus en plus chez les Mammifères monodelphes ; elle est *nulle* chez les Marsupiaux.

« Ceci posé, rappelons quelques-uns des résultats les plus généraux qu'ont donnés les expériences modernes sur les hémisphères et sur les tubercules quadrijumeaux des Mammifères et des Oiseaux. — Il est certain que la destruction des hémisphères cérébraux anéantit, dans les animaux, tout ce qui peut être, chez eux, assimilé à l'intelligence ; mais elle ne touche point à l'*automatisme* des organes. Un animal ainsi mutilé ne voit plus, n'entend plus, ne sent plus. Cependant, sous l'influence de la lumière, sa pupille se contracte encore (1). Imprime-t-on à cette lumière un mouvement circulaire ? La tête imite ce mouvement (2). Les bruits les plus forts ne sont point entendus ; toutefois ils peuvent déterminer quelques réactions (3). Des mouvements succèdent aux impressions tactiles ; mais s'ils sont coordonnés, eu égard au corps, ils n'ont plus toutefois aucune direction par rapport au monde extérieur ; il n'y a plus alors ni instinct, ni volonté, ni mémoire, ni jugement ; l'animal ne sait plus ni manger, ni boire, il ne le désire plus ; des obstacles l'arrêtent, il ne sait plus les éviter. Il n'a l'idée de rien, et qui n'a point d'idées n'a point, quoi qu'on en ait dit, de sensations véritables ; cependant un tel animal vit ; si on introduit des aliments dans sa bouche ; il avale, il digère, il respire, il conserve son équilibre, il est capable de mouvement et de repos. Tantôt il s'éveille, tantôt il dort, mais tout cela sans le savoir. C'est là la réalisation d'une machine cartésienne dans toute la nullité de son automatisme.

« 6. Réciproquement, on peut détruire l'automatisme du corps sans anéantir l'intelligence. M. Flourens, dans ses expériences,

(1) Flourens, Recherches expérimentales, première partie, § 5, ex. 9.
(2) Longet, Anat. et phys. du syst. nerv., t. I, p. 648.
(3) Longet, t. I, p. 650.

détruisit chez des Oiseaux les lobes qui correspondent aux tubercules quadrijumeaux des Mammifères. La vie de l'œil fut complétement détruite; l'animal devenait aveugle, complétement aveugle; cependant l'intelligence demeurait entière (1). Le résultat de cette expérience a été parfaitement commenté par M. Flourens. « C'est, dit-il, par les tubercules quadrijumeaux que les nerfs optiques communiquent avec les lobes cérébraux; ces tubercules enlevés, la vision doit donc être immédiatement abolie. » Il suit clairement de là que, dans la pensée du physiologiste que nous citons ici, les conséquences de ces expériences ne sont rigoureusement applicables qu'aux animaux chez lesquels le nerf optique *tout entier*, ou du moins *pour la plus grande part*, se porte aux tubercules quadrijumeaux. Aussi toutes les observations ayant eu pour objet des animaux qui sont évidemment dans ce cas ont-elles jusqu'à présent concordé d'une manière parfaite; mais l'Homme et les Singes présentant des conditions d'organisation différentes, et la plus grande part du nerf optique se portant chez eux aux hémisphères, est-il certain que, dans ce cas, la destruction des tubercules quadrijumeaux pût anéantir complétement la perception des impressions lumineuses? Malheureusement la réponse à cette question est difficile. Une expérience semblable me paraît à peu près impossible à réaliser dans les Singes, à cause de la grandeur de leurs lobes postérieurs, et les observations pathologiques chez l'Homme sont, le plus souvent, difficiles à interpréter. Chez un malade observé par M. Jobert, la vue baissa graduellement, les pupilles se dilatèrent, et *il n'y eut plus que la perception d'une simple lueur* (2). On découvrit à l'autopsie une tumeur qui avait comprimé les tubercules quadrijumeaux. Dans ce cas, la persistance de cette faible perception dépendait peut-être des connexions directes que le nerf optique a avec les hémisphères. La destruction des tubercules quadrijumeaux pourrait bien ici n'anéantir ou n'affaiblir la vue que par quelque effet analogue à ceux qu'amènent les lésions de la cinquième paire. Elle ne détruirait point la faculté de voir, comme le fait l'ablation d'un hémisphère; mais elle agirait toutefois en l'affaiblissant, et en troublant certaines conditions d'où

(1) Flourens, op. cit. deuxième partie, § 6.

(2) Jobert (de Lamballe), Études sur le syst. nerv., page 446.

semble dépendre l'accommodation intérieure de l'œil. Ce sujet, comme on le voit, est fort important, et il serait à désirer qu'on pût un jour le discuter à l'aide d'expériences positives ; malheureusement, je le répète, ces expériences sont difficiles, et peut-être impossibles.

« 7. Il est certain toutefois, d'après celles que nous avons rappelées : 1° que le cerveau est un organe d'intelligence, 2° que les tubercules quadrijumeaux sont un organe d'automatisme. Lors donc que les racines du nerf optique se portent toutes à la fois dans les tubercules quadrijumeaux, il est probable qu'il y a une *vision* essentiellement *automatique*, dont la *vision intellectuelle* qui s'opère par les hémisphères n'est qu'un écho. Mais si, outre cette racine qui va aux tubercules quadrijumeaux, les nerfs optiques communiquent avec le cerveau par des expansions radiculaires directes, nous en conclurons que, dans ce cas, il y a entre l'œil et le cerveau une relation *directe*, et qu'en conséquence la *vision intellectuelle* s'accomplit *directement* et d'une manière immédiate. A cet égard, si les faits physiologiques sont encore incertains, les différences anatomiques ne le sont pas. Or, d'une différence aussi grande dans l'organisation, nous osons conclure à une différence de nature.—Ainsi, d'une part, je vois des animaux dont les nerfs optiques vont d'abord aux tubercules quadrijumeaux, ceux-ci ne communiquant avec les hémisphères que par l'intermédiaire des corps genouillés internes. D'autre part, je vois l'Homme et les Singes, chez lesquels, outre ces relations du nerf optique avec le cerveau par l'intermédiaire des tubercules quadrijumeaux, il y en a de directes et de fort étendues avec les hémisphères.

» 8. Qu'en conclurai-je ? — Que les uns et les autres ne *voient* pas de la même manière. Chez ces derniers la vision sera immédiate ; chez les premiers ce sera une vision de *seconde main*, si je puis ainsi dire. Les uns verront le monde sans intermédiaire ; les autres recevront des impressions venues du monde, mais ces impressions, transmises par les tubercules quadrijumeaux et les corps genouillés internes, représenteront peut-être à l'âme moins une image adéquate des objets, qu'un certain état de l'automate, modifié par leur présence. Ce seront là des sensations sans aucun doute ; mais elles ne seront pas comparables aux nôtres et peut-être n'en pouvons-nous avoir, à cause de cela, aucune idée bien

certaine. — Je touche ici, je le sens, à des questions fort obscures, aussi m'arrêterai-je de peur de me perdre dans un problème de pure psychologie. Après avoir signalé les différences que nous avons observées entre les Marsupiaux, les Quadrupèdes Monodelphes et les Primates, nous nous bornerons à soupçonner qu'il y a un certain rapport entre ces différences et celles que présentent leurs manifestations psychiques. Je passe à mon second point.

» II. *De la commissure antérieure.* — 1. Voici encore une partie dont les relations avec les hémisphères présentent les variations les plus singulières. J'y insisterai d'autant plus, qu'on a donné peu d'attention à ces choses dans les traités d'anatomie comparée qui ont eu le plus de succès.

» 2. Les animaux mammifères présentent quatre cas essentiellement différents, que nous examinerons ici : 1° celui de l'Homme et des Singes qui, avec un lobe olfactif rudimentaire, ont à leurs hémisphères un prolongement occipital qui recouvre complétement le cervelet ; 2° celui des Phoques et des Cétacés qui ont un lobe olfactif rudimentaire ou presque nul (1), mais dont le cervelet n'est point complétement recouvert par les lobes postérieurs du cerveau ; 3° celui des autres animaux monodelphes dont le cervelet est complétement à découvert et qui ont des lobes olfactifs énormes ; 4° celui des Marsupiaux.

» Premier cas. Dans l'Homme, la commissure antérieure, *crassioris nervi æmula* (Vieuss.), est un gros faisceau arrondi qui traverse dans un canal bien défini les deux corps striés inférieurs, et dont les extrémités s'épanouissent dans tout l'hémisphère avec les fibres de la couronne radiante (2). Elle ne donne rien aux lobes olfactifs, ainsi que l'a remarqué M. Longet (3). Les auteurs qui ont vu dans ces lobes une division de la commissure antérieure ont été dupes d'une illusion qu'on ne peut d'ailleurs éviter qu'à force de soins et d'attention scrupuleuse. — Dans les

(1) Jacobson et Blainville, Bullet. de la Société philomat., déc. 1815 ; et Treviranus, Biologie, t. V, pl. IV.

(2) Foville, Anatomie et physiologie du cerveau.

(3) Anat. et physiologie du système nerveux, t. II, p. 21.

Singes, le tronc de la commissure antérieure est fort semblable à ce que l'on voit dans l'Homme. Mais, au lieu de s'épanouir dans tout l'hémisphère, ces fibres se portent en arrière et se distribuent exclusivement dans les parties postéro-inférieures, de la pointe du lobe sphénoïdal à celle du lobe occipital.

« Deuxième cas. N'ayant point eu l'occasion de disséquer des cerveaux suffisamment frais de Phoques, et surtout de Cétacés, nous rangerons parmi nos *desiderata* ce qui a trait à ces animaux. Je n'ai rien pu voir de la commissure sur deux hémisphères fort altérés de *Delphinus marginatus*, Duv.), et je remarque que M. Leuret n'en a rien figuré dans les dessins qu'il a donnés du cerveau du Marsouin. Son texte offre d'ailleurs à cet égard une lacune qui tient sans doute à une erreur du copiste. L'absence complète de la commissure antérieure chez des animaux presque entièrement dépourvus de lobes olfactifs serait un fait bien remarquable. Quoi qu'il en soit, si elle existe, elle ne peut être destinée qu'aux hémisphères du cerveau. Mais comment s'y comporte-t-elle? C'est ce que nous ne déciderons pas, ne voulant point substituer ici des hypothèses à des observations positives.

« Troisième cas. *Dans les Mammifères Monodelphes*, la commissure antérieure est en général peu volumineuse. Elle traverse les corps striés immédiatement au-dessous de la corne antérieure des ventricules. Puis, arrivée, de chaque côté, au niveau du plan du *bigeminum centrum* de Vieussens, elle se divise en deux branches. L'une de ces branches, plus considérable, se porte en avant, plonge dans la racine du lobe olfactif, et s'épanouit dans ce lobe jusqu'à son extrémité; l'autre, beaucoup plus grêle, chemine en arrière dans un petit canal qui glisse sous le sillon qui sépare la couche optique du corps strié, et s'épuise rapidement en donnant des fibres grêles qui se mêlent à celles de la couronne radiante. — Cette disposition diffère *toto cœlo* d'avec celle que présentent les Primates, c'est-à-dire les Singes. Chez ceux-ci la commissure s'étale dans la concavité du cornet de la couronne radiante, et se distribue en dehors du corps strié externe. Chez les Monodelphes quadrupèdes, au contraire, la division cérébrale de la commissure glisse sur la convexité de la couronne de Reil en dedans du corps strié interne. Il n'y a donc entre les Singes et les Quadrupèdes aucune similitude à cet égard.

» Quatrième cas. Chez les *Marsupiaux*, du moins dans l'*Halmaturus Bennetii*, que je prends ici pour type, la commissure antérieure est énorme (1), et comprend à la fois deux systèmes distincts, savoir : une commissure analogue à celle que présentent les Monodelphes Quadrupèdes, et une seconde commissure semblable à celle des Primates. Ces deux commissures, bien qu'unies en un seul faisceau sur la ligne médiane, sont fort distinctes l'une de l'autre. La première perfore le corps strié interne, donne une division d'un volume médiocre au lobe olfactif, et une seconde division très épaisse dont les fibres gagnent l'hémisphère au travers des faisceaux rayonnants de la couronne de Reil, avec lesquels elles s'entrecroisent. La seconde, située au-dessous, traverse l'étage inférieur du corps strié, gagne l'extrémité du lobe sphénoïdal, et de là s'épanouit dans tout l'hémisphère, principalement dans ses parties postérieures. C'est là évidemment l'analogue du faisceau qui existe dans l'Homme et dans les Singes ; mais son volume relatif est évidemment beaucoup plus considérable dans les *Halmaturus*. Cette complication, dont les autres Mammifères ne donnent aucune idée, est d'autant plus frappante, qu'il s'agit ici d'animaux d'un ordre inférieur. Il serait curieux de rechercher comment la commissure antérieure se comporte dans les Marsupiaux carnassiers tels que le *Thylacine*, ces animaux ayant un lobe olfactif énorme, eu égard au volume des hémisphères. La petitesse de l'encéphale dans les *Sarigues* ne m'a pas permis d'en prendre chez ces animaux une idée suffisante.

» 3. Ainsi, en laissant de côté les *Phoques* et les vrais *Cétacés*, que nous n'avons point eu occasion de disséquer, les cas que nous avons examinés nous ont offert les conditions suivantes :

» A. La commissure antérieure ne donne rien aux lobes olfactifs, mais s'épanouit de chaque côté dans tout l'hémisphère. Exemple : l'Homme.

» B. La commissure antérieure ne donne rien aux lobes olfactifs, et s'épanouit seulement dans les régions occipito-sphénoïdales des hémisphères. Ex. : les *Singes*.

(1) R. Owen, Marsupialia dans Todd's Cyclopedia of anatomy and physiology, part. 21 et 22.

« C. La commissure antérieure fournit un rameau très grand aux lobes olfactifs, et une division très grêle qui gagne les parties supérieures des hémisphères. Ex. : les Monodelphes Quadrupèdes.

» D. La commissure antérieure est énorme ; elle fournit : 1° une division aux lobes olfactifs, et une autre très considérable aux hémisphères au-dessus des corps striés, comme cela a lieu dans les Monodelphes Quadrupèdes ; 2° elle comprend en outre un faisceau considérable analogue à la commissure de l'Homme et des Singes, qui se porte au-dessous des corps striés dans toute l'étendue des hémisphères et plus particulièrement dans leurs régions sphénoïdales. Ex. : les *Marsupiaux.*

» Tels sont les faits. Quelles conséquences en tirerons-nous ? J'en déduirai quelques-unes. L'une est positive, les autres sont hypothétiques. La première est que, eu égard aux relations de la commissure antérieure, tous les cerveaux ne sont pas semblables. Or, d'une différence dans les connexions, on peut conclure *à priori* à une différence dans le jeu des fonctions. Les autres concerneront en premier lieu les Mammifères Monodelphes, et en second lieu les Mammifères Marsupiaux.

« 1° *Mammifères Monodelphes.*—4. On peut supposer *à priori* qu'une union intime est surtout nécessaire entre ces parties du cerveau qui joueront un rôle important et dominateur. Ainsi, de l'intime union des hémisphères par la commissure antérieure dans l'Homme et dans les Primates, on peut conclure avec quelques probabilités à la prédominance de leur action. Or, dans l'Homme et dans les Singes, les hémisphères cérébraux, eu égard à leurs relations immédiates avec le nerf de la vision, pourraient être définis des *hémisphères optiques.* Dans les Monodelphes Quadrupèdes, au contraire, la commissure antérieure unit plus particulièrement les lobes olfactifs. Or, une liaison plus intime entre ces deux lobes fait présumer que l'intelligence de ces animaux emprunte beaucoup plus d'éléments à la sensation olfactive que celle des premiers, et, de fait, l'odorat joue chez eux un rôle dont nous ne pouvons avoir aucune idée, et la sagacité des animaux dépasse à cet égard tout ce que nous saurions concevoir. On a remarqué avec beaucoup de raison que notre imagination, en tant que fa-

culté active, met à chaque instant en jeu les idées qu'éveille en nous l'action de l'œil et de l'oreille, mais qu'elle a beaucoup moins de prise sur les sensations olfactives ou gustatives ; si bien que, dans l'état de santé du moins, le désir le plus vif d'un mets savoureux ne va jamais jusqu'à nous rendre sa saveur présente. Aussi, les rêves d'odeurs et de saveurs sont-ils à coup sûr les plus rares de tous. L'inverse pourrait bien avoir lieu dans les Mammifères Monodelphes, et, dans leur manière d'imaginer, les sensations olfactives pourraient bien avoir chez eux la prédominance qu'ont chez nous les sensations visuelles et auditives. Il pourrait donc y avoir, qu'on me permette cette expression, des intelligences optiques et des intelligences olfactives ; en sorte que le cerveau, dominateur dans un cas, serait subordonné dans l'autre. Il est bien certain du moins qu'un Chien qui perd l'odorat perd, eu égard à son intelligence, beaucoup plus qu'un homme qui, après cette perte, paraîtra intellectuellement aussi riche qu'auparavant. Mais il suffit d'indiquer ici ces faits.

» 2° *Mammifères marsupiaux*. — 5. Quant aux Marsupiaux, la grandeur de la commissure des lobes olfactifs pourrait donner lieu à des considérations analogues. Mais la prodigieuse quantité de fibres qui de cette commissure se portent vers les hémisphères du cerveau serait pour les précédentes hypothèses une difficulté réelle, si une pareille anomalie pouvait avoir chez des animaux presque entièrement privés de corps calleux, le même sens que dans ceux où le corps calleux présente au contraire un développement considérable. Ce sont là des combinaisons différentes ; et en conséquence il est impossible que les résultats soient semblables. Quoi qu'il en soit, l'absence complète de racines optiques dans les hémisphères des Marsupiaux montre assez avec quel soin il faut se défier ici de ces similitudes partielles.

» 6. Ces observations ne résolvent pas sans doute les questions, mais elles en inspirent quelques unes ; et, par cela même, elles m'ont paru de quelque utilité. Elles montrent du moins à quel point les combinaisons des parties fondamentales de l'encéphale peuvent varier. Or, si nous comparons ces combinaisons définitives de l'encéphale des animaux adultes aux combinaisons transitoires que réalise l'évolution fœtale de l'encéphale humain, il de-

meurera évident qu'il ne s'agit pas ici d'un peu plus ou d'un peu moins de développement, mais de différences intimes, profondes, essentielles. En un mot, on peut en déduire qu'en se développant davantage, un cerveau de Mammifère quelconque ne donnerait rien de semblable au cerveau de l'Homme, proposition dont l'étude de l'encéphale de l'Eléphant peut donner *à priori* la démonstration absolue. »

Séance du 24 novembre 1855.

CHIMIE. *Transformation de l'oxyde de carbone en acide formique.* — Voici le résumé d'une communication faite par M. Berthelot.

L'oxyde de carbone présente, vis-à-vis de l'acide formique, la même relation que le gaz oléfiant vis-à-vis de l'alcool : les deux gaz ne diffèrent des composés correspondants que par les éléments de l'eau :

$$C^4H^6O^2 = C^4H^4 + 2HO.$$
$$C^2H^2O^4 = C^2O^2 + 2HO.$$

D'ailleurs, l'oxyde de carbone peut être obtenu en chauffant l'acide formique avec l'acide sulfurique concentré, de la même manière que le gaz oléfiant au moyen de l'alcool.

Ces rapprochements ont conduit M. B. à transformer l'oxyde de carbone en acide formique, de la même manière qu'il avait transformé le gaz oléfiant en alcool. Seulement, au lieu d'opérer la fixation des éléments de l'eau par l'intermédiaire de l'acide sulfurique, substance propre à se combiner avec l'alcool, il a eu recours à la potasse, substance propre à se combiner avec l'acide formique. Voici comment on opère :

Dans un ballon d'un demi-litre, on introduit 10 grammes de potasse légèrement humectée, puis on le remplit d'oxyde de carbone pur (1), et on le ferme à la lampe. On dispose 10 à 12 de ces

(1) Préparé soit au moyen de l'acide oxalique, soit au moyen d'un mélange de craie et de charbon.

ballons dans un bain d'eau et on les chauffe à 100° pendant soixante-dix heures. Au bout de ce temps, on ouvre le ballon sur le mercure et on constate qu'un vide presque complet s'est produit; l'oxyde de carbone a été absorbé par la potasse. On dissout dans l'eau le contenu des ballons, on sursature avec l'acide sulfurique, et on distille. On traite par le carbonate de plomb le produit distillé, on fait bouillir et on filtre : la liqueur refroidie dépose des cristaux de formiate de plomb.

Ces cristaux possèdent les propriétés, les réactions et la composition normales. Ils sont aptes notamment à dégager de l'oxyde de carbone pur à 100° en présence de l'acide sulfurique concentré.

— Dans la même séance, M. Berthelot a communiqué aussi un travail, en son nom et au nom de M. S. de Luca, relatif à l'*action des chlorures et bromures de phosphore sur la glycérine*. En voici également le résumé :

I. L'action des deux chlorures de phosphore sur la glycérine est analogue et fournit principalement de la dichlorhydrine, mélangée avec une certaine proportion de monochlorhydrine, et, à ce qu'il a semblé, d'épichlorhydrine. Cette action ne diffère donc pas sensiblement de celle de l'acide chlorhydrique.

II. Les deux bromures de phosphore agissent d'une manière analogue; le produit principal de la réaction est formé par la *dibromhydrine* $C^6H^6Br^2O^2 = C^6H^6O^6 + 2HBr - 4HO$. C'est un liquide neutre, insoluble dans l'eau, doué d'une odeur propre, analogue à celle des chlorhydrines. Sa densité est égale à 2,11 à 10°; il bout et distille à 219°.

MM. B. et de L. ont entrepris de soumettre cette substance à l'action de l'ammoniaque et des réactifs variés par lesquels on a traité, dans ces dernières années, les éthers bromhydriques et iodhydriques : ils ont déjà obtenu dans cette voie divers résultats qu'ils feront connaître prochainement. On pourra ainsi comparer les réactions de la glycérine avec celles des alcools, et éprouver la généralité des principes qui régissent ces dernières transformations.

Séance du 1er décembre 1855.

CHIMIE VÉGÉTALE. *Origine de l'azote des plantes.* — M. S. Cloez a lu la note suivante, contenant en substance les mêmes résultats qu'il a communiqués à l'Académie des sciences, le 26 novembre.

« Les physiologistes, les agronomes et les chimistes se préoccupent vivement depuis déjà un certain nombre d'années de la question de l'assimilation de l'azote par les plantes. Quelques-uns font jouer à l'azote de l'air un grand rôle dans la végétation, en admettant que cet élément peut être absorbé par les plantes à l'état de gaz et servir directement à leur nutrition. D'autres prétendent que l'azote assimilé par les végétaux a pour origine l'ammoniaque et les combinaisons ammoniacales existant dans l'air et dans le sol où ils croissent. Enfin, il y en a qui pensent avec quelque apparence de raison que les plantes peuvent emprunter à la fois leur azote à l'air et aux combinaisons salines azotées que l'on trouve dans tous les sols fertiles.

» La propriété curieuse et bien connue des plantes exposées à la lumière de décomposer l'eau et l'acide carbonique, en donnant lieu à un dégagement d'oxygène, de fonctionner en quelque sorte comme des corps réducteurs, m'a fait penser que l'azote assimilé par ces plantes doit provenir exclusivement des azotates qui existent ou qui peuvent se former dans le sol où elles végètent.

» Cette nouvelle manière de voir peut être admise sans objections pour ceux qui font jouer à l'azote des engrais et aux combinaisons ammoniacales le principal rôle dans la végétation. Il est, en effet, généralement reconnu que la présence des matières organiques azotées contribue puissamment à la production des azotates dans les nitrières artificielles; tout porte à croire que dans le sol ces matières se comportent comme dans les nitrières, et que leur azote est transformé en acide azotique avant d'être absorbé par la plante. D'un autre côté, les expériences de M. Kuhlmann démontrent de la manière la plus évidente la possibilité de la transformation de l'ammoniaque en acide azotique par l'action de l'oxygène sous l'influence des corps poreux et divisés. Or, ces conditions se

trouvent pleinement réalisées dans le milieu où les plantes végètent, l'oxygène est fourni par l'air, le sol agit de deux manières, d'abord physiquement, comme les corps poreux, ensuite chimiquement par les carbonates alcalins et terreux qu'il renferme et dont la propriété est de solliciter en quelque sorte la formation de l'acide azotique ; il y a de plus de l'humidité dont l'influence est très grande dans le phénomène de la nitrification.

» Les partisans de l'assimilation directe de l'azote de l'air par les plantes peuvent aussi adopter, sans aucune espece d'hésitation, la théorie que je propose, aujourd'hui qu'il est démontré, par les expériences dont j'ai fait connaître récemment les résultats principaux, qu'il peut se former de l'acide azotique ou un azotate par la combinaison directe de l'azote et de l'oxygène de l'air sous l'influence d'un sol alcalin ou calcaire, d'une porosité convenable, plus ou moins humide et en l'absence de toute substance azotée ou ammoniacale.

» Les expériences de M. Ville, faites dans le but de démontrer que l'azote de l'air peut entrer directement dans l'organisme des plantes, m'ont amené à soulever la question du mode d'action des azotates dans l'acte de la végétation. Celles de ces expériences qui ont été répétées l'an dernier au Muséum d'histoire naturelle, sous les yeux d'une commission de l'Académie des sciences, m'ont paru présenter les conditions favorables à la production de l'acide azotique par la combinaison directe de l'azote avec l'oxygène de l'air. Je n'avais aucun fait précis à présenter à l'appui de mon opinion au moment où je l'ai émise ; j'ai dû instituer en conséquence une série d'expériences pour la vérifier. Les résultats obtenus sont encore incomplets, mais ils sont des plus satisfaisants et ils confirment complétement mes prévisions.

« On sait depuis longtemps que les azotates alcalins exercent une grande influence sur le développement des plantes. Cependant, jusqu'à présent, l'on n'a point tenu compte de la présence de ces sels dans les engrais dont on a cherché à évaluer le titre. J'ai entendu souvent M. Chevreul, dans les cours qu'il fait au Muséum, protester énergiquement et avec raison contre les prétentions des chimistes qui assignent une valeur à l'engrais, d'après la quantité d'ammoniaque qu'il donne à l'analyse, sans tenir compte de la na-

ture ni de la proportion des autres éléments pouvant exercer une influence réelle sur la végétation. Les nitrates doivent évidemment être rangés parmi ces éléments, et les établissements d'enseignement agricole où l'analyse des engrais a été faite, dans ces derniers temps, sur une grande échelle, auront nécessairement par la suite à chercher une méthode d'analyse basée sur de nouveaux principes en harmonie avec les connaissances actuelles.

« Dans mon opinion, les azotates sont la principale sinon l'unique source de l'azote dans les plantes, les matières organiques azotées, l'ammoniaque ou les sels ammoniacaux, n'agissant sur la végétation que parce qu'ils peuvent augmenter considérablement, dans un laps de temps relativement très court, la quantité d'azotate qui se ferait naturellement, mais avec lenteur, dans un sol meuble privé de ces matières.

« Je suis, de plus, porté à croire que les sels ammoniacaux sont nuisibles aux plantes toutes les fois que le sol ou le milieu dans lequel elles se trouvent ne présente pas les conditions convenables à la nitrification. Il sera facile d'instituer des expériences qui montreront si l'on doit repousser ou si l'on peut admettre cette manière de voir, basée uniquement aujourd'hui sur deux observations analogues : l'une se trouve relatée dans un travail que j'ai fait avec M. Gratiolet, sur la végétation des plantes submergées (*Ann. de chimie et de physique*, t. XXXII, 3e série) ; la seconde m'a été rapportée, il y a quelques mois, par M. Decaisne.

« Les plantes aquatiques, exposées à la lumière dans de l'eau distillée tenant en dissolution de l'acide carbonique, donnent lieu à un dégagement très abondant d'oxygène. Si l'on ajoute une quantité, même très minime, d'un sel ammoniacal à la dissolution aqueuse d'acide carbonique, au moment où le phénomène de décomposition de cet acide se produit avec le plus d'activité, le dégagement d'oxygène diminue rapidement pour cesser bientôt avec la mort de la plante. Cette observation nous a portés à conclure que les sels ammoniacaux en dissolution dans l'eau, à la dose de 0,0001, sont nuisibles à la végétation des plantes aquatiques. J'ajoute aujourd'hui que cet effet a lieu parce que ces sels ne se trouvent pas dans des conditions favorables pour leur transformation en azotates.

« La seconde observation, celle qui m'a été rapportée par M. Decaisne, est due à un horticulteur habile et distingué, M. Van Houtte, dans le but d'activer la végétation d'une espèce de Nymphéacée très curieuse qui devait paraître à la grande exposition d'horticulture. M. Van Houtte ajouta à l'eau du bassin où se trouvait la plante un sel à base d'ammoniaque, probablement le carbonate. Naturellement l'effet attendu ne se produisit pas, et la mort de la plante, qui arriva au bout de peu de temps, parut fort étonnante. Il n'y a pas le moindre doute pour moi qu'elle doit être attribuée à la présence du sel ammoniacal, dont la transformation en azotate n'a pu se faire au sein de l'eau, et qui a agi sur la plante comme un véritable poison. »

Séance du 8 décembre 1855.

GÉOMÉTRIE. — M. Bresse donne quelques détails sur la courbe de Watt. — Il a cherché à se rendre compte de sa forme, dans la portion décrite par l'appareil connu sous le nom de parallélogramme simple, à l'étude duquel on ramène le parallélogramme de Watt. Supposons, pour fixer les idées, que le balancier soit, dans sa position moyenne, placé horizontalement et en dessus du contrebalancier. Appelons r le rayon du balancier ; f la flèche et b la corde de l'arc du cercle décrit par le point de cette pièce auquel est articulé le lien intermédiaire ; p et q deux nombres dont la somme est l'unité, et qui sont entre eux comme les distances entre le point décrivant la courbe en 8 d'une part, et les articulations du lien avec le balancier et le contrebalancier, d'autre part ; h, la distance verticale du balancier et du contrebalancier, dans leur position moyenne ; u le rapport entre la projection horizontale de l'arc décrit par l'articulation du balancier avec le lien depuis la position moyenne et la flèche f; E l'écart entre la courbe en 8 (dans la partie qu'on utilise) et la ligne droite passant par les points extrêmes et le point milieu. On a l'expression approximative suivante :

$$E=\frac{qf^2}{2p^2r}u(1-u)\left(\frac{b}{2h}\sqrt{u}+1-2p\right).$$

Cet écart est positif quand il doit être porté en allant du côté où

se trouve le centre du balancier, négatif dans le cas contraire; le radical prend le signe $+$ pendant la demi-course ascendante du balancier, et le signe $-$ pendant la demi-course descendante.

Watt faisait $p=q=\frac{1}{2}$; $f=\frac{1}{12}b$; $r=\frac{37}{24}b$. Avec ces données, on trouve aisément que la courbe présente, dans la portion réellement décrite, trois inflexions répondant à $u=o$ qui donne le point milieu, et $u=\frac{3}{10}$ qui donne deux autres points; le plus grand écart répond d'ailleurs à $u=\frac{3}{5}$ et a pour valeur

$$E'=\frac{1}{2388}\frac{b^2}{h}.$$

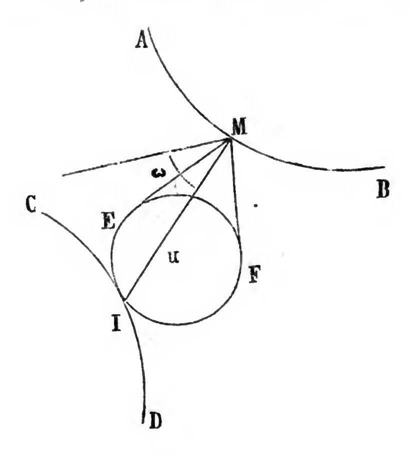
Comme, dans la pratique, $\frac{b}{h}$ varie entre 1 et $1+\frac{1}{6}$, on peut dire que l'écart maximum, en adoptant les données de Watt, serait de $\frac{1}{2000}$ à $\frac{1}{2400}$ de la course, en nombres ronds.

Dans le cas général p étant différent de q, si l'on représente par δ la différence de ces deux nombres en valeur absolue, l'écart maximum répondra à une certaine valeur de u comprise entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{5}$; cet écart serait approximativement représenté par la formule

$$E'=\frac{1}{8}\frac{qf^2}{p^2r}\left(\frac{3}{8}\frac{b}{h}+\delta\right).$$

La courbe ne serait plus symétrique comme précédemment; les plus grands écarts seraient dans la moitié inférieure ou dans la moitié supérieure de la course, suivant que p serait plus grand ou plus petit que q.

Géométrie. — M. Catalan démontre le théorème suivant :



Étant données deux courbes AB et CD, situées dans un même plan, on peut toujours trouver une courbe EF qui, en roulant sur CD décrive, par un point M qui lui est invariablement lié, la première courbe AB.

Si $y=f(x)$ et $u=\varphi(x)$ sont les équations de AB et CD, u étant la normale MI, l'équation de EF résultera de la formule suivante :

$$\omega=\int\left(\frac{1}{\rho}+u\right)ds.$$

Dans cette formule, ω est l'amplitude du point I, ρ le rayon de courbure de AB, en M ; enfin ds représente l'élément de cette courbe.

Le théorème ci-dessus peut être résumé ainsi : *Toute courbe plane est une épicycloïde.* M. Catalan fait remarquer que ce théorème a de nombreuses conséquences.

Séance du 15 décembre 1855.

ZOOLOGIE. *Cerveau des Singes.* — M. C. Dareste a communiqué dans cette séance une note sur quelques caractères que présente le cerveau des Singes.

M. Is. Geoffroy Saint-Hilaire a, depuis longtemps, montré que la famille des Singes peut très naturellement être divisée en quatre tribus; deux appartenant à l'ancien continent, celles des Simiens et des Cynopithéciens; deux appartenant au nouveau continent, celles des Cébiens et des Hapaliens. Il a également montré que les nombreux genres qui appartiennent à la tribu des Cynopithéciens et à celle des Cébiens, forment, depuis le Talapoin et le Saïmiri, jusqu'aux Cynocéphales et aux Hurleurs, deux séries parallèles, dont tous les termes sont ordonnés entre eux d'après une loi fort remarquable. Le crâne, globuleux et lisse dans les premiers termes de la série, s'allonge peu à peu d'avant en arrière, et se revêt de crêtes saillantes qui le déforment complétement dans les derniers termes. La face éprouve des variations correspondantes, très peu saillante dans les premiers termes, très proéminente, au contraire, dans les termes extrêmes. M. Is. Geoffroy a également montré que si l'on étudie à ces différents âges un animal formant le terme extrême d'une de ces séries, on voit qu'il présente dans sa tête osseuse des modifications transitoires tout à fait comparables à celles que présentent d'une manière permanente les animaux qui forment les termes antécédents.

Je me suis demandé, dit M. Dareste, si, dans ces animaux, les cerveaux nous présenteraient des modifications comparables à celles que nous présente la tête osseuse; et je me suis assuré que de semblables modifications existent en effet. Le lobe occipital, qui caractérise le cerveau du Singe nous montre, dans les divers degrés de développement, un rapport fort remarquable avec les modifications de la tête osseuse. Le lobe occipital, peu volumineux et lisse dans les premiers termes de la série, est, au contraire, très développé et recouvre de véritables circonvolutions dans les termes extrêmes. L'explication de ce fait est la même, évidemment, que celle qui a été donnée par M. Is. Geoffroy Saint-Hilaire pour les modifications de la tête osseuse. La

formation du lobe occipital, dans l'embryon, est postérieure à celle des lobes antérieur et moyen; les différences que nous présente son développement dans les termes de chaque série peuvent donc s'expliquer, comme les modifications de la tête osseuse, par des différences d'âge.

Les deux tribus des Simiens et des Hapaliens ne se sont point prêtées, jusqu'à présent, à une semblable ordination sériale. La tribu des Hapaliens, formée par un seul genre, ou tout au plus par deux genres très voisins, est évidemment en dehors de toute considération de ce genre. Mais les découvertes nouvelles qui ont été faites récemment sur l'organisation des Singes de la tribu des Simiens nous permettent aujourd'hui de voir que les genres de cette tribu peuvent actuellement être disposés en série d'après la même loi que les tribus précédentes, c'est-à-dire dans un ordre tel que la tête osseuse s'allonge et se déforme, que la face devient de plus en plus proéminente; enfin, que le lobe occipital prend un plus grand volume et se couvre de circonvolutions de plus en plus nombreuses, à partir du premier terme jusqu'au dernier. Cette série serait ainsi constituée : genres *Gibbon*, *Orang*, *Chimpanzé* et *Gorille*.

Séance du 22 décembre 1855.

MÉCANIQUE ET PHYSIQUE.—M. de Saint-Venant communique les remarques suivantes *sur les conséquences de la théorie de l'élasticité en ce qui regarde la théorie de la lumière.*

« Si la lumière est produite par les vibrations du fluide appelé éther, ses propriétés principales doivent pouvoir se déduire de la théorie mathématique de l'élasticité, appliquée à ce fluide supposé répandu jusque dans l'intérieur des corps transparents, où sa force élastique se trouve plus ou moins modifiée en divers sens.

» Comme les phénomènes de la polarisation, et principalement l'expérience de la non-interférence, *dans l'air*, de deux rayons dont l'un ne diffère de l'autre que par une rotation d'un angle droit autour de leur direction commune, font juger que la propriété d'éclairer ne réside que dans les seules composantes transversales des mouvements vibratoires, il est naturel de rechercher

analytiquement si ces mouvements *transversaux aux rayons* ou *dans le plan des ondes*, une fois excités quelque part, se propagent avec les ondes sans décomposition, et par conséquent sans diminution sensible à des distances petites par rapport à celle du centre d'ébranlement, ainsi que font sur la terre les rayons émanés des corps lumineux éloignés.

» A cette question l'analyse répond affirmativement, *pour la propagation dans les milieux d'égale contexture en tous sens*, tels que l'air, le verre, etc., où l'éther doit avoir, lui-même, dans toutes les directions, une égale force élastique. Non-seulement les mouvements d'une onde plane et mince, supposés les mêmes en tous les points également distants d'un des deux plans parallèles qui la limitent, se propagent avec elle sans altération s'ils sont parallèles à ce plan, mais encore, lorsque ces mouvements sont supposés obliques, le calcul montre qu'ils se décomposent en mouvements parallèles et en mouvements normaux donnant des ondes qui se propagent séparément avec des vitesses différentes. C'est un résultat auquel on arrive très promptement en supposant, par exemple, les ondes perpendiculaires à l'axe des x, ou les déplacements, ainsi que les composantes de pressions dans le fluide, fonctions de cette seule coordonnée ; car les trois équations différentielles du cas d'*isotropie* ou d'égale élasticité en tous sens se réduisent, u, v, w étant les déplacements parallèles aux x, y, z, t étant le temps et a^2, b^2 deux constantes, à

$$a^2\frac{d^2u}{dx^2}=\frac{d^2u}{dt^2},\ b^2\frac{d^2v}{dx^2}=\frac{d^2v}{dt^2},\ b^2\frac{d^2w}{dx^2}=\frac{d^2w}{dt^2},$$

qui prouvent bien ce qu'on vient de dire, soit qu'on les intègre avec deux fonctions arbitraires, à la manière de D'Alembert, soit qu'on particularise le mode d'ébranlement en le supposant être un mouvement périodique simple, et qui donnent a pour la vitesse de propagation des ondes à mouvements perpendiculaires à leur plan, et b pour celle des ondes à mouvements parallèles ou *transversaux* au sens de propagation.

» Mais quant aux milieux homogènes non isotropes ou d'inégale élasticité en divers sens, tels que les substances régulièrement cristallisées, le verre comprimé, etc., pour qu'il en soit de même

quelle que soit la direction du plan des ondes, l'analyse indique qu'il faut que les coefficients constants affectant les neuf dérivées $\frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}, \frac{du}{dz}, \frac{dv}{dx}$...... dans les six formules des forces élastiques ou composantes de pression intérieures, coefficients qui sont comme les paramètres déterminant la constitution élastique de chaque milieu, satisfassent à un certain nombre d'équations de condition. Une première solution donne vingt-quatre de ces équations obligées ; elles annulent certains coefficients et établissent entre ceux restants des relations très simples. Il y a d'autres solutions astreignant les mêmes coefficients à des relations compliquées, et tellement nombreuses, qu'on peut les regarder à peu près comme impossibles à remplir et qu'il n'y a pas lieu de s'y arrêter. Les *vingt-quatre* équations auxquelles nous nous tenons ainsi sont précisément celles qui ont été trouvées par M. Lamé (17e leçon sur l'élasticité, fin du § 92) comme conditions *nécessaires* (mais non suffisantes) de la *biréfringence* avec vibrations parallèles aux ondes, si elle est possible.

» Ces coefficients sont, comme l'on sait, au nombre de trente-six ou de cinquante-quatre, suivant qu'on suppose ou qu'on ne suppose pas nulles les composantes de pression dans le milieu avant l'ébranlement qui a produit les déplacements relatifs de ses points matériels. L'on reconnaît, par un changement d'axes coordonnés, que les vingt-quatre conditions exigent, d'abord, en chaque point du milieu, l'existence de *trois plans principaux d'élasticité* ou plans de symétrie de contexture, rectangulaires entre eux, d'où résulte que si l'on prend leurs intersections pour directions des x, y, z, les trois composantes normales de pression sur les faces yz, zx, xy ne doivent contenir que les trois dérivées $\frac{du}{dx}, \frac{dv}{dy}, \frac{dw}{dz}$, et les trois composantes tangentielles, suivant x, y, z, ne doivent contenir, chacune, que les deux dérivées dont les numérateurs et les dénominateurs répondent réciproquement à leurs directions et à des perpendiculaires aux faces. Mais ce n'est pas tout : les coefficients, ainsi réduits à douze si les pressions avant l'ébranlement étaient nulles, et à quinze si elles ne l'étaient pas, doivent avoir encore *six relations* entre eux.

» Le grand nombre de ces conditions et relations porte à se demander s'il y aura dans la nature un seul milieu qui les remplisse? La réponse se trouvera en considérant que les 36 ou les 54 coefficients des formules générales des six composantes de pression dans les corps quelconques, ne sont jamais indépendants les uns des autres. M. Cauchy, en considérant les corps comme des systèmes de molécules (de même espèce ou d'espèces mélangées, n'importe) qui s'attirent et se repoussent à de petites distances, a trouvé que, lorsque les pressions primitives sont nulles, le coefficient de $\frac{dv}{dy}$ par exemple, dans la composante normale de pression sur la face perpendiculaire aux x, est le même que le coefficient de $\frac{du}{dx}$ dans la composante normale de pression sur la face perpendiculaire aux y, et le même aussi que celui de $\frac{du}{dy}+\frac{dv}{dx}$ dans la composante, suivant x, de cette dernière pression, etc., ce qui produit 21 égalités entre ces 36 coefficients ou leur réduction à 15 distincts; nombre qu'il faut porter à 21 en leur ajoutant les 6 composantes de pression primitives, lorsque celles-ci ne sont pas nulles. Or, en combinant ces égalités avec les 24 relations trouvées tout à l'heure comme conditions pour que le milieu propage, sans décomposition, des vibrations parallèles aux plans des ondes, on trouve qu'elles sont compatibles, mais que celles-ci (les vingt-quatre) reviennent simplement à exiger *que le milieu soit isotrope ou d'égale élasticité en tous sens*. De pareils milieux existent; mais il n'y a qu'eux, aussi, où les vibrations lumineuses puissent avoir ce constant parallélisme aux ondes, qui, par conséquent, n'a point lieu avec la double réfraction, puisque les milieux isotropes ne la produisent pas.

» Les 21 égalités entre les coefficients ou paramètres d'élasticité ont été, il est vrai, démontrées par M. Cauchy en transformant les sommes de composantes d'actions qui s'exercent entre couples moléculaires à travers une face plane, en sommes de composantes d'actions sur une seule molécule prise à son centre; mais nous avons fait voir ailleurs (Sur la torsion, etc., art. 13) que l'on n'avait pas besoin de recourir à cette transformation connue pour établir

les égalités en question, et que si l'on a élevé sur leur parfaite exactitude un doute basé sur l'existence possible de petites différences périodiques entre les déplacements moyens désignés par u, v, w, et les déplacements atomiques individuels dans certains cristaux, cela ne peut les regarder tous, ni atteindre dans aucun cas les corps à cristallisation confuse, tels que le verre, qui devient, par la compression, biréfringent tout comme les corps régulièrement cristallisés.

» On n'échappe pas, d'ailleurs, à la conclusion qui vient d'être tirée en admettant, avec M. Wertheim, un autre rapport numérique *constant* entre les deux coefficients résidus, du cas d'isotropie, que le rapport = 1 qui résulte de la particularisation des 21 égalités obtenues par M. Cauchy.

» On ne l'évite pas davantage en niant toutes égalités ou relations générales entre les 36 ou 54 coefficients ou paramètres d'élasticité des milieux. En effet, si ces paramètres ont besoin d'avoir entre eux les *vingt-quatre* relations particulières ci-dessus pour que le milieu transmette la lumière, ou tout au moins pour qu'il puisse produire la double réfraction (à l'occasion de laquelle elles ont d'abord été trouvées), l'on fera évanouir subitement la transparence, ou tout au moins la biréfringence, lorsque par une petite action mécanique on changera le moins du monde les rapports mutuels de ces paramètres, ce qui ne manquera pas d'arriver si l'on augmente légèrement une compression précédemment produite au degré voulu, ou bien si l'on en produit une sur un cristal dans un sens oblique aux plans de symétrie de contexture qu'il possède, car on ferait évidemment par là cesser cette symétrie que nous avons dit être une conséquence analytique des 24 relations particulières en question. — L'expérience n'en a peut-être pas été faite spécialement; mais personne ne croira qu'une petite compression d'un corps transparent puisse suffire à l'instant pour le rendre opaque, ou bien pour réunir en un seul rayon, contrairement à la loi de continuité, deux rayons qui le traversaient tout à l'heure en faisant un angle fini.

» Donc, *dans un cristal ou autre milieu non isotrope, donnant lieu à la double réfraction, les ondes planes ne sauraient dans toutes les directions propager des vibrations parallèles à*

leurs plans. Ce n'est qu'à l'émergence dans l'air ou dans un autre milieu constitué en tous sens de la même manière, que les vibrations propagées par un des systèmes d'ondes leur deviennent parallèles, quelle que soit la direction de leurs plans.

» A ce résultat, auquel M. Cauchy est arrivé depuis longtemps d'une autre manière, l'on a fait trois objections : 1° l'accord de nombreuses expériences avec la théorie de Fresnel, qui suppose les vibrations lumineuses parallèles aux ondes ou à leurs plans tangents, même dans l'intérieur des cristaux; 2° la non-manifestation du *troisième rayon* émergent, dont l'existence semble annoncée par les calculs de M. Cauchy; 3° l'égalité, sans déperdition, obtenue photométriquement entre la quantité de lumière reçue sur un cristal et la somme des quantités de lumière qu'il transmet en deux rayons, et qu'il réfléchit à ses faces d'incidence et d'émergence, quoique la théorie indique qu'une certaine proportion de vibrations transversales doit, au passage dans un cristal, se changer en vibrations longitudinales ou non-lumineuses.

» En réponse à la première objection, M. Cauchy a montré (brochure in-8°, publiée à la suite de communications des 1er mai et 7 juin 1830 à l'Académie) que, sous certaines conditions qui peuvent être toujours remplies *à peu près*, la surface courbe très compliquée des ondes dans les cristaux se confond *sensiblement* avec la surface du quatrième degré de Fresnel; et, à la deuxième objection, il a répondu que le troisième rayon, dans les cas des expériences faites jusqu'ici, donne une proportion trop faible de composantes transversales de vibrations pour être aperçu : il correspond au rayon des vibrations entièrement longitudinales que l'analyse donne même dans lés milieux isotropes, comme nous avons vu, pour peu que l'ébranlement ait été oblique au plan des ondes.

» Une réponse semblable nous paraît pouvoir être faite à la troisième objection, tirée de la non-déperdition apparente de la quantité totale de lumière réfléchie et réfractée par un cristal. Les procédés photométriques, quelque perfectionnés qu'ils aient été dans notre siècle, ne donnent toujours que des à-peu-près, surtout dans des cas comme celui de l'expérience citée, vu les différences légères de teinte que peuvent affecter les divers rayons émergents,

l'impossibilité de recueillir la totalité de ceux plusieurs fois réfléchis à l'intérieur du cristal, etc. Or, bien que les ondes à vibrations longitudinales n'aient pu encore être manifestées par aucun moyen, même thermométrique ou photographique (puisque les rayons calorifiques et les rayons chimiques sont reconnus polarisables comme les rayons lumineux), il n'est pas plus prouvé qu'il n'est probable qu'elles n'existent pas, au moins en faible proportion, avec les vibrations transversales ou visibles. Ces vibrations longitudinales invisibles, reçues en même temps que celles-ci sur un cristal, doivent, d'après la théorie développée surtout par M. Cauchy, se changer partiellement, en le traversant, en vibrations visibles ou transversales, et peuvent ainsi compenser approximativement la petite perte que la même théorie indique à l'émergence en vertu d'une transformation contraire. On peut ainsi se rendre raison de l'égalité apparente et approchée des quantités de lumière reçue et rendue par un cristal, sans repousser cette théorie, ce qui nous paraîtrait conduire à repousser toute explication mathématique de la lumière par les vibrations d'un milieu élastique.

» On ne doit pas s'étonner, au reste, si la vue, le plus sensible sans doute des trois moyens d'observation des vibrations de l'éther, n'est affectée que par celles d'une seule espèce, les vibrations transversales. L'œil peut avoir été disposé pour éteindre les autres, de même que l'oreille paraît constituée de manière à ne percevoir que les vibrations longitudinales de l'air, en annihilant les vibrations transversales dont on ne peut douter que ce fluide ne soit simultanément animé. Considérons un moment ce dernier organe. Les vibrations longitudinales de l'air de l'oreille externe, en ébranlant normalement la membrane nommée tympan, font vibrer à son tour l'air de l'*oreille moyenne*, sans que les vibrations transversales du même air extérieur puissent produire sur la face antérieure de cette membrane autre chose qu'une sorte de léger frottement qui ne doit presque rien transmettre à l'autre air, en contact avec la face opposée. Ce ne sont pas, d'ailleurs, les vibrations de l'air, soit extérieur, soit intérieur, qui agissent sur le nerf acoustique; ce sont celles du liquide de la cavité appelée l'*oreille interne*, séparée de l'oreille moyenne par deux autres membranes,

sans compter celles qui y sont suspendues et comme flottantes; comme si la nature avait pris à tâche de multiplier les précautions pour éviter la confusion résultant de l'arrivée successive, à la suite de l'ébranlement d'un même corps sonôre, de deux sensations dues aux vibrations de deux espèces, se propageant avec des vîtesses différentes comme le calcul l'indique, ce qui, entre autres suites, détruirait toute l'harmonîe du plus beau concert entendu d'une certaine distance.

» De même le nerf optique, bien que recevant moins indirectement en apparence les vibrations du fluide chargé de l'ébranler, peut être précédé de quelque disposition, encore inconnue, capable d'éteindre leurs composantes dans le sens longitudinal ou de propagation; d'autant plus qu'il paraît résulter d'expériences récentes que le cristallin d'un œil a la propriété d'annihiler les rayons chimiques, dont les vibrations sont cependant de même sens que celles des rayons lumineux.

» Quoi qu'il puisse être de ces explications, que nous devons nous borner à soumettre aux physiciens et aux physiologistes, et bien que l'on puisse continuer sans doute de regarder le mouvement de la lumière dans les cristaux comme représenté *approximativement* par la surface d'onde du quatrième degré de Fresnel, nous pensons qu'il convient de ne plus passer sous silence les composantes longitudinales des vibrations pour éluder quelques difficultés dont elles sont le sujet, et que, pour rendre la théorie de la lumière exempte d'inexactitude logique, et provoquer pour l'avenir des recherches qui seront peut-être suivies d'importantes découvertes, il y a lieu de ne plus présenter les vibrations de l'éther, dans les milieux biréfringents, comme étant tout à fait parallèles aux divers plans tangents à la surface des ondes lumineuses qui s'y propagent. »

Paris. — Imprimerie de Cosson, rue du Four-Saint-Germain, 43.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1856.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue de Trévise, 45, à Paris.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1856.

PARIS,

IMPRIMERIE DE COSSON,

RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.

1856.

SOCIÉTÉ

PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

SÉANCES DE 1856.

Séance du 26 janvier 1856.

ÉCONOMIE RURALE. *Culture des Truffes. Truffières artificielles.* — M. Weddell donne lecture d'une lettre relative à une truffière artificielle établie aux environs de Carpentras (Vaucluse), par M. Aug. Rousseau. Ce cultivateur, ayant cru remarquer que c'est dans les taillis de Chênes verts (*Quercus Ilex*) que ces Champignons se développent de préférence, a fait, il y a huit ans, des semis de ces arbres, dont « les racines lui fournissent aujourd'hui une récolte des Truffes les meilleures et les plus parfumées. »

M. Weddell rappelle que le moyen employé par M. Rousseau n'est pas nouveau, puisque, dès l'année 1834, M. Delastre, à un congrès scientifique réuni à Poitiers, appelait l'attention sur un résultat tout pareil obtenu par les habitants de Loudun. Les essais faits jusqu'alors pour multiplier les Truffes n'avaient abouti à rien, et ce n'est que lorsqu'on eut étudié avec soin dans quelles circonstances ces végétaux se développent, que la question de leur culture a pu être résolue. On va voir que cette culture mérite bien l'épithète d'*indirecte* que lui applique M. Tulasne. Les conditions essentielles à la végétation des Truffes sont : 1° un sol légèrement calcaire; 2° le voisinage immédiat des racines d'arbres forestiers non résineux, surtout des diverses espèces de Chênes et

du Charme; 3° enfin, une certaine proportion d'humidité, de chaleur, de lumière et même de soleil. Partout où ces conditions se présentent, il peut se produire des Truffes, à Paris tout comme à Carpentras : la truffière du côteau de Beauté est là pour le démontrer.

Un des points les plus intéressants à constater dans l'histoire des truffières artificielles, c'est que souvent l'homme ne prend à leur création qu'une part tout à fait indirecte : il fait naître les conditions dans lesquelles les Truffes peuvent végéter, et la nature, par un de ces mille moyens qu'elle tient à sa disposition, se charge du reste. En un mot, et quelque paradoxale que puisse paraître l'assertion, il suffit, ordinairement, de semer des glands pour récolter des Truffes ! — Est-ce à dire qu'il y a génération spontanée ? — Pas le moins du monde ! Mais il en est des Truffes comme d'une foule d'autres végétaux qui apparaissent presque constamment dans les lieux où ils ne s'étaient jamais montrés auparavant, si les conditions nécessaires à leur existence viennent à s'y présenter.... ; le vent ou le tarse d'un Insecte : il n'en faut pas davantage pour déposer sur le sol auquel le cultivateur a confié des glands, la spore invisible qui fera, de la chênaie naissante, une riche truffière.

Enfin, un autre point sur lequel il est bon d'insister, c'est que la formation des truffières a pour but de créer des bois là où il n'en existe souvent point; aussi, M. Tulasne dit-il, dans son ouvrage sur les *Champignons hypogés*, que même, « en supposant que la culture purement artificielle des Truffes, comme celle qui serait praticable dans un jardin, dût un jour être couronnée de succès, il est douteux qu'elle pût jamais équivaloir à la culture indirecte, si l'on peut ainsi parler, que les Loudunois semblent avoir, les premiers, mise à profit. Aussi serait-il à souhaiter que leur exemple fût suivi dans une foule de lieux où il le pourrait être avec avantage. »

Séance du 2 février 1856.

PHYSIQUE. *Électricité d'induction.* — M. Léon Foucault donne lecture de la note suivante sur l'emploi des appareils d'induction et sur les effets des machines multiples.

« Les machines d'induction telles que les construit aujourd'hui M. Ruhmkorff, passent parmi les physiciens pour avoir atteint le

plus haut degré de puissance qu'elles comportent; lorsqu'on veut leur donner des dimensions plus considérables, l'effet ne croît pas proportionnellement, et les organes d'interruption du courant inducteur se détruisent avec une rapidité qui oblige à revenir au modèle consacré par l'usage. Cependant pour que ces sortes d'appareils deviennent capables de remplacer avec avantage l'ancienne machine électrique, il serait à désirer qu'on parvînt à leur faire produire des effets plus puissants.

» Les étincelles qu'on obtient actuellement des machines inductives s'élancent tout au plus à la distance de huit à dix millimètres, et déjà pourtant elles accusent dans le courant d'induction une forte tension, dont le développement dépend de l'intensité du courant inducteur et de la longueur du fil induit; mais ce qui favorise surtout cette haute tension, c'est la cessation plus ou moins brusque du courant inducteur. Or, il n'y a pas de moyen connu d'interrompre instantanément un courant qui circule avec intensité dans un long conducteur métallique ; la séparation, quelque rapide qu'elle soit, des pièces contiguës destinées au contat, n'a jamais lieu sans production d'une étincelle plus ou moins visible, qui montre que tout courant qu'on voudrait arrêter court, est effectivement prolongé pendant quelques instants par un extrà-courant dirigé dans le même sens. Ces étincelles d'extra courant sont plus vives, plus durables et plus nuisibles à mesure que le courant interrompu parcourt un plus long circuit, et comme celui-ci se développe nécessairement avec les dimensions des appareils, il arrive qu'en cherchant à les accroître, on finit par perdre d'un côté ce que l'on gagne de l'autre. Tel est en réalité l'obstacle qui, malgré l'heureuse adjonction du condensateur de M. Fizeau, est venu s'opposer à ce que l'on donnât une plus grande extension au phénomène révélé par la découverte admirable de M. Faraday.

» Cependant, en assimilant les appareils d'induction aux diverses sources connues d'électricité dynamique qui toutes sont susceptibles d'être réunies en séries et de donner des effets de tension proportionnels au nombre des éléments électromoteurs, j'arrivai à conclure qu'il en serait de même entre plusieurs machines inductives, pourvu qu'elles fussent assujetties à fonctionner d'une manière concordante.

» Si, en effet, cette condition était réalisée, chaque machine

ayant ses organes propres, tous les courants inducteurs se distribueraient séparément, et toutes les étincelles d'extra-courant éclatant par hypothèse au même instant, auraient même durée que si chaque machine fonctionnait seule; l'influence inductrice s'exercerait donc simultanément dans tous les appareils sans qu'il y eût de réaction croissante et nuisible de la part des extra-courants.

» Toute la difficulté se trouve ainsi ramenée à établir entre plusieurs machines une solidarité qui maintienne entre les phases des courants inducteurs une concordance parfaite. Quand on opère avec deux appareils, ce résultat s'obtient d'une manière assez simple en alimentant les deux courants inducteurs par une même pile et en faisant communiquer métalliquement les interrupteurs électromagnétiques.

» Pour fixer les idées, je suppose que le courant fourni par le pôle positif de la pile pénètre en se bifurquant dans les bobines inductrices; au sortir de celles ci les deux rameaux rencontrent les interrupteurs, traversent les points de rupture et se réunissent au-delà pour rentrer dans la pile par le pôle négatif. Dans ces circonstances les deux machines marchent à la fois, mais d'une manière indépendante et sans augmentation notable du résultat final. Si alors on établit une communication entre les deux courants partiels par un fil métallique inséré de part et d'autre en quelque point du fil inducteur situé entre la bobine et la pièce vibrante, l'accord s'établit et le système fonctionne avec la puissance d'une machine double. Cet accord résulte évidemment de ce que celui des deux marteaux interrupteurs qui, par une cause quelconque, tendrait à prendre l'avance, détermine par son jeu les mêmes périodes d'aimantation dans les deux machines, et que, par suite, il oblige l'autre marteau à le suivre d'assez près pour que leurs mouvements semblent affecter un synchronisme parfait.

» On reconnaît qu'effectivement les tensions ont gagné, car les étincelles sont lumineuses, bruyantes, sinueuses et longues de 16 à 18 millimètres.

» Si l'on voulait étendre à plusieurs appareils l'expérience qui m'a réussi pour deux, il y aurait encore à compter avec certaines difficultés : d'abord le synchronisme ne pourrait pas s'établir d'une manière aussi simple, et puis l'isolement des deux bobines

formées par l'enroulement du fil inducteur et du fil induit, deviendrait insuffisant. Déjà, en opérant avec deux machines, il est nécessaire, pour éviter les pertes, d'établir les communications de telle sorte, que les tensions positive et négative s'accumulent respectivement aux extrémités externes des deux fils induits en laissant à l'état naturel les extrémités internes.

» Si l'habile constructeur qui a mis aux mains des physiciens le bel appareil qu'on a coutume de désigner sous son nom croit pouvoir réaliser un isolement plus parfait entre les deux bobines concentriques, on arrivera sans doute à reculer de plus en plus la limite qui paraissait s'opposer à l'extension progressive des phénomènes d'induction. »

Séance du 9 février 1856.

ORGANOGRAPHIE VÉGÉTALE. *Biforines.* — M. Trécul a présenté à la Société une note dont voici le résumé.

Turpin observa, en 1836, dans plusieurs espèces du genre *Caladium*, des cellules cristallifères qu'il appela *biforines*, parce que, allongées en forme de navette, elles ont à chacune de leurs extrémités une petite ouverture par laquelle s'échappent les cristaux aciculaires qu'elles renferment. Ces organes, suivant Turpin, seraient composés de deux vésicules. L'une, externe, qui détermine la forme de la biforine, est assez résistante, assez épaisse, incolore et transparente ; chacune de ses petites bouches aurait des bords un peu épaissis. La seconde vésicule formerait dans la précédente une sorte de boyau intestinal fusiforme, consistant en une membrane transparente incolore et fort mince, qui aboutirait aux deux bouches de la première. Ce serait cette vésicule interne qui contiendrait les aiguilles cristallines au nombre de plusieurs centaines. Ces biforines, placées dans l'eau, lancent tantôt par l'une de leurs bouches, tantôt par l'autre, et comme par des décharges intermittentes, les nombreux cristaux qu'elles renferment, en effectuant, quand elles sont libres au milieu du liquide, une sorte de recul que Turpin compare à celui d'une pièce d'artillerie.

De tous les botanistes qui ont cherché à vérifier ces phénomènes remarquables, un seul les confirma ; ce fut M. Delile qui, dans le *Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault*, dit les

avoir observées dans le *Caladium bicolor*. MM. Meyen, Schleiden et Kunth ont prétendu que les biforines de Turpin ne sont que des cellules à raphides ordinaires, qui sont déchirées par le gonflement dans l'eau de la matière mucilagineuse qui entoure les cristaux dans leur intérieur. Tous les autres auteurs allemands et français, comme MM. Hugo Mohl, Unger, Schacht, Kützing, Adr. de Jussieu, etc., dans leurs ouvrages généraux les plus récents, se taisent à l'égard de ces petits organes, dont ils ne rappellent même pas le nom. Chez nous, M. Ach. Richard en a parlé dans plusieurs éditions de ses *Éléments de Botanique*, mais il n'en dit plus rien dans celle de 1852. Enfin depuis 1836, les auteurs ont été unanimes pour considérer comme une erreur l'assertion de Turpin. Cependant, dit M. Trécul, rien n'est plus exact que le phénomène principal observé par ce botaniste, mais ses théories nuisirent à l'admission de ses observations.

M. Trécul annonce avoir été plus heureux que les anatomistes qui suivirent Turpin dans la recherche de ces organes singuliers. Il trouva ceux-ci d'abord dans une plante fort intéressante par son mode de végétation, le *Pistia spathulata*, qu'il a rencontré en abondance à la surface des eaux un peu tranquilles de la Louisiane et du Texas, et dans plusieurs espèces du même genre, qui existent dans les collections du Muséum d'histoire naturelle, telles que les *Pistia stratiotes*, *Leprieurii*, *linguæ formis*, Bl. Il les chercha en outre dans les plantes citées par Turpin, et il les vit dans le *Caladium Seguinum* (*Dieffenbachia Seguine*, Schott.) les *Caladium crassipes*, *bicolor*, etc., le *Philodendron crinites*, Ad. Br., etc. M. Trécul trouva dans certaines plantes, comme les *Pistia*, le *Dieffenbachia Seguine*, des biforines allongées en forme de navette, c'est-à-dire terminées en pointe à chaque extrémité; dans d'autres espèces elles sont seulement elliptiques; toutes présentent à l'état adulte leurs petites ouvertures par lesquelles elles laissent sortir leurs cristaux. Ce qu'a dit Turpin à ce sujet est de la plus rigoureuse exactitude; mais M. Trécul s'est assuré qu'il n'en est pas de même à l'égard de la vésicule interne, à l'égard du prétendu boyau intestinal. Il n'existe réellement pas; il n'y a entre la paroi des biforines et les cristaux qu'une sorte de mucilage plus ou moins consistant qui tient des granules en suspension. C'est cette substance qui a induit Turpin en erreur. Quand elle

est très consistante, et qu'en se gonflant dans l'eau elle presse les cristaux qu'elle enveloppe, elle ne s'applique pas intimement sur ces derniers, elle se plisse de manière à faire croire qu'elle est limitée par une membrane; mais l'examen le plus attentif ne peut faire apercevoir celle-ci, et l'on est d'ailleurs assuré qu'elle n'existe pas parce que l'on voit des parties de cette substance molle délayées dans l'eau sortir sous la forme de flocons avec les cristaux (*Caladium crassipes*). La dimension des biforines varie dans les diverses plantes de même que l'épaisseur de leur membrane. Leur longueur est d'environ neuf centièmes de millimètre dans las *Pistia*, de onze dans le *Caladium crassipes*, de douze dans le *Caladium bicolor*, de quatorze dans le *Philodendron crinites*, de quinze dans le *Dieffenbachia Seguine*.

M. Trécul pense donc que les *biforines* doivent être rangées au nombre des organes élémentaires des végétaux.

Séance du 16 *février* 1856.

PHYSIQUE. *Chaleur.*—M. P. Desains a communiqué dans cette séance la note suivante :

« Les récentes recherches de M. Franz sur la transmission de la chaleur à travers les liquides me détermine à communiquer à la Société quelques observations que nous avons faites depuis longtemps, M. de la Provostaye et moi en nous occupant du même sujet.

« Il est un liquide, l'iodure d'amidon, qui éprouve dans sa couleur un changement complet lorsqu'on en fait varier convenablement la température. Or, en ces circonstances, un changement tout aussi remarquable s'observe dans sa diathermanéité. Pour s'en convaincre il suffit d'observer les effets que produit sur un même appareil thermoscopique le rayonnement d'une même lampe transmis à travers une même auge pleine d'iodure d'amidon, successivement à froid et à chaud. La transmission dans le second cas est beaucoup plus grande que dans le premier, tandis qu'aucune différence sensible ne s'observe quand on répète l'expérience avec de l'eau pure, alternativement froide et chaude.

« Un autre phénomène curieux, et qui présente une grande ressemblance avec celui dont il s'agit, peut s'obtenir avec le manganate vert de potasse.— Une auge pleine d'une solution de ce sel étant

interposée sur le trajet des rayons d'une lampe de manière à réduire à fort peu de chose l'effet qu'ils produisent sur un thermoscope, il suffit d'ajouter quelques gouttes d'acide sulfureux pour rendre à la fois au liquide une grande transparence et une grande diathermanéité. La facilité avec laquelle on répète cette expérience permet de rendre aisément visible dans les cours l'influence que la couleur des solutions exerce sur l'absorption qu'elle fait éprouver à la chaeur. »

Séance du 23 février 1856.

CRISTALLOGRAPHIE. *Forme cristalline du silicium.*—M. Des-cloizeaux a communiqué la note suivante.

» Dans la dernière séance de l'Académie des sciences, M. de Senarmont a fait une rectification à la première détermination de la forme cristalline du silicium, communiquée par lui dans la séance du 14 janvier. Depuis la publication de ce premier travail, j'avais observé, sur des échantillons que m'avait remis M. Deville, des octaèdres incompatibles avec la forme rhomboédrique indiquée par MM. de Senarmont et Deville; toutefois, comme mes mesures s'accordaient parfaitement avec celles de ces savants, il leur fut facile de reconnaître que leur méprise provenait seulement de l'apparence trompeuse que prend souvent le silicium cristallisé; selon la température, plus ou moins éloignée de son point de fusion, à laquelle ce corps a été obtenu, on remarque, en effet, des différences notables dans les cristaux ou dans les groupes cristallins qui se produisent; ainsi, une température relativement peu élevée donne des octaèdres réguliers, complets ou incomplets, à faces miroitantes, implantés à l'extrémité d'aiguilles très fines et arrondies, mais sur lesquelles on peut cependant reconnaître quelques faces d'un prisme hexagonal régulier; une température plus élevée donne de longs prismes hexagonaux, striés transversalement, ou des espèces de chaînettes cannelées et imbriquées, formées par l'enchevêtrement d'octaèdres incomplets, groupés deux à deux, suivant des lignes parallèles entre elles, et perpendiculaires à une face de l'octaèdre régulier.

» Les octaèdres complets que j'ai rencontrés ne laissent aucun doute sur le système cristallin auquel ils appartiennent, et ils

fournissent dans tous les sens l'angle caractéristique de 109° 28′ ; mais il arrive souvent que la face perpendiculaire à l'axe des aiguilles qui supportent ces cristaux manque complétement, et, alors, le développement anormal des faces existantes donne lieu à un pseudo-rhomboèdre de 70° 32′ ; c'est précisément cet angle qui avait été mesuré d'abord par M. de Senarmont, et ensuite par M. Deville, sur les seuls cristaux qu'ils eussent alors à leur disposition.

» Quant aux longs prismes hexagonaux qui pourraient encore faire croire à l'existence d'un véritable rhomboèdre, ils sont produits, dans le système cubique, par l'allongement excessif de la moitié des faces du dodécaèdre rhomboïdal ; les cristaux que j'ai examinés ne m'ont jamais permis de voir l'autre moitié de ce solide, et ils se terminaient tous par des pointes très aiguës, résultant d'une série de gradins successifs, suffisamment parallèles entre eux, pour ne fournir sur le goniomètre qu'une image nette conduisant sans hésitation à l'angle de 120°.

» Les cristaux de silicium fondent à une température comprise entre le point de fusion de la fonte et celui de l'or ; et ils donnent alors ces grains semi-cristallins, très brillants et très durs, que, dès l'origine de sa découverte, M. Deville comparait à certains diamants à faces courbes : en l'absence de clivages dans le silicium, cette comparaison paraissait d'ailleurs tout à fait légitime. »

Séances du 1er et du 8 mars 1856.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. *Végétation des plantes en vases clos et à la lumière.*—Dans la séance du 1er mars M. Duchartre a communiqué les résultats qu'il a déjà obtenus en ce moment dans des expériences instituées par lui avec l'intention de reconnaître comment s'opère la végétation de plantes enfermées dans des vases clos, mais soumises à l'influence de la lumière. Dans ces expériences, il a eu pour but, non-seulement de voir la marche de la transpiration dans ces circonstances exceptionnelles, mais encore de s'éclairer sur ce qui se passe dans les appareils nommés *caisses à la Ward*, au moyen desquels on fait voyager aujourd'hui, sans danger pour elles, des plantes vivantes, dont la plupart auraient péri pendant la traversée si l'on eût employé les divers modes d'emballage usités avant ces dernières années.

Le 29 décembre 1855, M. Duchartre a pris dans une des serres du Jardin des plantes : 1° un pied de *Cypripedium barbatum* formé d'une touffe de cinq feuilles distiques, à côté de laquelle sortaient de terre deux rejets, à trois feuilles chacun, assez développés, mais dépassés fortement par le pied-mère; 2° un pied jeune mais vigoureux de *Begonia semperflorens* présentant deux tiges feuillées et un petit rejet latéral; 3° un très petit pied d'*Arum trilobatum* réduit à six feuilles radicales de faibles dimensions. La terre de bruyère dans laquelle ces trois sujets étaient plantés avait la fraîcheur que peuvent maintenir des arrosements à peu près journaliers. Elle a reçu encore un peu d'eau avant la mise en expérience. Ces trois plantes pesées avec la terre et le pot, peu après ce dernier mouillage, ont indiqué les poids suivants :

	gr.
Cypripedium barbatum	726,00
Begonia semperflorens	680,00
Arum trilobatum	190,95

Elles ont été aussitôt enfermées dans un grand bocal de verre qui a été fermé avec un bon bouchon de liége, et tout le tour du bouchon a été soigneusement luté avec de la cire jaune. Le bocal est resté dans une chambre bien chauffée où la température a été constamment maintenue au-dessus de +12° C., et il a été placé derrière les vitres d'une fenêtre exposée en plein-midi. Seulement, toutes les fois que le soleil a brillé, on a garanti les plantes de son action directe au moyen d'un rideau de mousseline. Le fond du bocal était fortement convexe, de telle sorte que les pots qui contenaient les plantes, reposant sur son milieu, devaient se trouver placés au-dessus du niveau de l'eau de transpiration accumulée dans le fond du vase, si toutefois il s'en produisait.

Dans ces conditions la transpiration a été abondante. Dès le lendemain de l'emprisonnement des plantes, la vapeur d'eau dégagée, se condensant sur la paroi intérieure du bocal, ruisselait en eau qui allait s'accumuler dans le fond de ce vase. On a ouvert l'appareil après un mois, un mois et demi et deux mois, pour peser, soit les plantes, soit l'eau provenue de la transpiration, et, les pesées faites, on a immméditatement rétabli les choses dans l'état où elles étaient auparavant. Voici les résultats de ces pesées.

La quantité d'eau transpirée et accumulée après la condensation de la vapeur dans le fond du bocal s'est élevée :

	gr.
Du 29 décembre 1855 au 30 janvier 1856, à	93,00
Du 30 janvier 1856 au 15 février, à	43,00
Du 15 février au 1er mars, à	43,45

Ainsi les trois plantes mises en expérience ont transpiré, en deux mois et trois jours, 180 grammes d'eau. Il est presque inutile de faire observer que, pendant tout ce temps, elles s'étaient trouvées dans une atmosphère, tantôt entièrement saturée d'humidité, tantôt très voisine de son point de saturation. Aussi de nombreuses moisissures s'étaient développées sur la surface inférieure du bouchon et sur le petit fragment de tige sèche qui sortait de la tige-mère du *Cypripedium*, ainsi que sur les fragments détachés qui se trouvaient soumis à l'influence de cette extrême humidité.

Les plantes elles-mêmes avaient graduellement perdu de leur poids, dans les proportions suivantes :

		gr.
Cypripedium barbatum	le 29 décembre 1855.	726,00
»	le 30 janvier 1856.	681,20
»	le 15 février.	656,00
»	le 1er mars.	633,45
Begonia semperflorens	le 29 décembre 1855.	680,00
»	le 30 janvier 1856.	647,20
»	le 15 février	628,40
»	le 1er mars.	600,90
Arum trilobatum	le 29 décembre 1855.	190,95
»	le 30 janvier 1856.	171,75
»	le 15 février.	162,20
»	le 1er mars.	156,80

L'*Arum* seul avait souffert; les deux autres plantes étaient, au bout des deux mois, en état parfait. Le *Cypripedium* avait beaucoup allongé ses deux rejets latéraux, qui avaient fini par dépasser en hauteur la touffe-mère. Le *Begonia* avait produit plusieurs racines sur la partie inférieure de ses tiges, et il s'était conservé en bonne végétation. Inutile de dire que la terre avait séché et durci notablement.

Le 2 janvier 1856, une expérience analogue a été faite sur un pied de *Pteris longifolia* qui, retiré de la serre depuis cinq jours, avait déjà souffert visiblement. Seulement, une circonstance par-

ticulière n'ayant pas permis de laisser cette plante dans son pot, on avait enveloppé sa motte avec des chiffons, disposition qui a influé de manière fâcheuse sur le résultat.

	gr.
Le tout, ainsi disposé, avait, le 2 janvier, un poids de	521,30
Le 14 février suivant, ce poids était descendu à	505,00

Pendant ce temps, la plante avai développé trois feuilles, dont une était longue de 12 centim. et portait 30 pinnules, dont les deux autres étaient longues, l'une de 5, l'autre de 2 centimètres. Par compensation, les feuilles adultes qui existaient au commencement de l'observation avaient toutes séché, et la plante était en mauvais état lorsqu'elle a été retirée du bocal. Quant à la quantité d'eau transpirée et condensée, elle ne s'élevait qu'à 9gr,05 le 14 février. Mais elle avait diminué sensiblement dans les derniers temps, les chiffons en ayant pris une assez grande quantité, qui était arrivée jusqu'à eux par l'intermédiaire de quelques débris tombés sur le fond convexe du bocal.

Ces premiers résultats autoriseraient déjà des conclusions de différents genres; mais M. Duchartre attend, dit-il, pour les énoncer que les diverses expériences instituées par lui, et qui se rattachent plus ou moins directement au même ordre de recherches, soient arrivées à leur terme, ce qui certainement exigera encore plusieurs mois.

CHIMIE. *Combinaison cristallisée d'oxyde de carbone et de protochlorure de cuivre.* — Dans la séance du 8 mars, M. Berthelot a fait à la Société une communication dont voici le résumé.

En 1850, M. F. Leblanc a adressé à l'Académie des sciences de Paris une note relative à l'absorption de l'oxyde de carbone par le protochlorure de cuivre dissous, soit dans l'acide chlorhydrique, soit dans l'ammoniaque ; il se produit ainsi une dissolution très riche en oxyde de carbone et apte à dégager de nouveau ce gaz sous l'influence du vide ou de l'ébullition. On n'a pas réussi à extraire de cette dissolution un composé défini. M. Berthelot annonce avoir obtenu un composé à l'état cristallisé par le procédé suivant : — On prépare une dissolution saturée de protochlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique fumant, en dissolvant dans cet acide un mélange d'oxyde et de tournure de cuivre, puis on dé-

cante la liqueur limpide, et on fait passer dans un litre et demi de ce liquide les gaz formés en décomposant 200 grammes d'acide oxalique par l'acide sulfurique. On réitère cette opération sur le même liquide; puis on le partage en deux portions égales, on dégage de l'une d'elles par la chaleur l'oxyde de carbone qu'elle contient, et on le dirige dans l'autre portion. Bientôt apparaissent, dans cette dernière liqueur, des paillettes nacrées et brillantes qui finissent par la remplir tout entière. On favorise l'absorption en agitant continuellement. On isole les cristaux formés, on les comprime rapidement et on les analyse.

100 parties de ces cristaux ont fourni :

	I. (Analyse faite en 1850).	II. Analyse faite en 1856.
Oxyde de carbone	8,3	8,1
Eau		12,8
Protochlorure de cuivre		79,1

Ces nombres conduisent à la formule $4Cu^2Cl$, $3CO$, $7HO$, laquelle exige : $CO{=}8{,}4$; eau$=12{,}6$; $Cu^2Cl{=}79{,}0$.

Ces cristaux s'altèrent à l'air avec une grande rapidité ; aussi M. B. fait-il remarquer qu'il n'est pas impossible que la substance analysée eût déjà perdu un peu d'oxyde de carbone et répondît à la formule plus simple Cu^2Cl, CO, $2HO$; mais il a dû déduire la formule des nombres donnés par deux analyses concordantes, quoique exécutées à six années d'intervalle. Ces cristaux sont insolubles dans l'eau ; ce liquide les transforme en protochlorure de cuivre, lequel retient une certaine quantité d'oxyde de carbone. L'eau-mère au sein de laquelle ils se sont formés peut être étendue sans se troubler tout d'abord. Toutefois la solution ne tarde pas à louchir et à fournir un abondant précipité.

Séance du 5 *avril* 1856.

MÉCANIQUE ET PHYSIQUE. — M. de Saint-Venant a fait dans cette séance la communication suivante sur la *vitesse du son*.

« On sait que l'on arrive facilement à poser une équation propre à donner la vitesse de propagation des vibrations dans un milieu homogène indéfini, fluide ou solide, en considérant seulement les ondes planes qui se forment naturellement dans chaque direction à de grandes distances du centre d'ébranlement, ou, ce qui revient au même, en exprimant ce qui se passe dans un prisme de même matière, ébranlé longitudinalement à une extrémité, et n'éprou-

vant aucune contraction ni dilatation transversale, comme lorsqu'une colonne d'air est contenue par les parois d'un tuyau solide. Soient A la base de ce prisme, x la distance primitive d'une quelconque de ses sections à l'extrémité ébranlée, p_1 l'action répulsive, par unité superficielle, exercée au bout du temps t, longitudinalement et uniformément à travers tous les éléments de cette section, u le très petit déplacement que ses points ont éprouvé dans le sens x, et ρ la densité; l'on a, pour le mouvement de la tranche d'épaisseur dx, dont la masse est $\rho\,\mathrm{A}\,dx$, et qui est sollicitée dans le sens x et dans un sens opposé par les deux forces $p_1\mathrm{A}$ et $\left(p_1+\frac{dp_1}{dx}dx\right)\mathrm{A}$, l'équation $\rho\mathrm{A}dx\frac{d^2u}{dt^2}=-\mathrm{A}\frac{dp_1}{dx}dx$, ou

$$\rho\frac{d^2u}{dt^2}=-\frac{dp_1}{dx}.$$

» Lorsque le milieu est de l'air, si l'on suppose que l'action longitudinale actuelle p_1 est à la pression primitive p dans le rapport direct des densités ou inverse des volumes, c'est-à-dire comme le volume ancien $\mathrm{A}dx$ de la tranche est à son volume nouveau $\mathrm{A}\left(dx+\frac{du}{dx}dx\right)$, ou si l'on fait (en négligeant le carré de la petite *dilatation* $\frac{du}{dx}$) $p_1=p\left(1-\frac{du}{dx}\right)$, cette équation se change en celle

$$\frac{d^2u}{dt^2}=\frac{p}{\rho}\frac{d^2u}{dx^2},$$

dont l'intégrale $u=\varphi\left(tx-\sqrt{\frac{p}{\rho}}\right)$ prouve qu'au bout d'un tems $t=\frac{x}{\sqrt{\frac{p}{\rho}}}$, les déplacements u et les dilatations $\frac{du}{dx}$ sont les mêmes à la distance x qu'ils étaient initialement à la distance 0 ou à la base du prisme, en sorte que les ébranlements et le son qui en résultent se propagent avec une vitesse $\sqrt{\frac{p}{\rho}}$.

» Mais l'expression du tube de Mariotte ne donne la proportionnalité entre la pression et la densité qu'autant *que la température est restée ou est redevenue la même après qu'avant la*

compression ou la dilatation. En second lieu, les pressions n'y sont mesurées que dans un nouvel état de repos, dont l'établissement donne le temps aux molécules de ce fluide, déplacées longitudinalement, de se disposer comme auparavant les unes par rapport aux autres dans des situations qui rendent *la pression égale en tous sens.*

« Or, l'on ne saurait compter que ce double rétablissement de la température primitive et de l'égalité de pression ait lieu dans les vibrations excessivement rapides qui produisent le son. Aussi la formule $\sqrt{\frac{p}{\rho}}$ de Newton donne une vitesse moins forte que la vitesse réelle du son, d'environ un sixième de celle-ci comme l'on sait.

» Laplace a proposé (*Ann. de ch. et de ph.*, t. 3, 1816, p. 238), pour corriger ce qui vient du défaut de rétablissement instantané de la température, ou pour avoir égard à la chaleur dégagée ou absorbée dans les petites compressions et dilatations qui constituent les ondes sonores, de remplacer cette formule par

$$\sqrt{\frac{c}{c'}\frac{p}{\rho}},$$

c étant la chaleur spécifique de l'air soumis à la *pression constante* p, et c' sa chaleur spécifique lorsqu'il conserve le même volume ou la *densité constante* ρ.

» Cette modification corrige-t-elle en même temps ce qui vient du défaut d'égalité de pression en tous sens ; ou, autrement dit, fait-elle entrer dans le calcul les vraies forces qui sont en jeu avant le rétablissement de cette égalité ? Il est facile de voir que non.

» Nous n'avons, pour le montrer, qu'à reproduire le raisonnement de Laplace dans ce qu'il a d'essentiel (*Méc. cél.*, liv. XII ; ou *Mécanique* de Poisson, art. 636, 657, 664). Soit, dans un kilogramme d'air, q la quantité de chaleur regardée comme fonction de sa pression p et de sa densité ρ supposées liées entre elles par la loi de Mariotte ou de proportionnalité *à égale température* θ, exprimée par $p=\rho f(\theta)$. Si l'on différencie cette équation successivement pour p constant et pour ρ constant on a $0=\frac{d\rho}{d\theta}f\theta+\rho f'\theta$ et $\frac{dp}{d\theta}=\rho f'\theta$, d'où $\frac{d\rho}{d\theta}\frac{p}{\rho}=-\frac{dp}{d\theta}$. En multi-

pliant cette dernière équation par celles $c = \frac{dq}{d\rho}\frac{d\rho}{d\theta}$ et $\frac{dq}{dp}\frac{dp}{d\theta} = c'$ qui ne font que définir les deux chaleurs spécifiques, puisque c et c' sont les quantités de chaleur capables d'élever θ d'un degré quand ρ seul varie et quand p seul varie, l'on a pour produit :

$$\frac{p}{\rho}\frac{dq}{dp}\frac{c}{c'} = -\frac{dq}{d\rho}.$$

Or, si $p + p'$ est ce que devient la pression p lorsque, sans déperdition ni augmentation de la quantité de chaleur q, il y a eu une petite compression changeant la densité ρ en $\rho + \rho'$, l'on a, en égalant à zéro la différentielle complète de q, $\frac{dq}{d\rho}\rho' = -\frac{dq}{dp}p'$, égalité qui, multipliée par la précédente, donne cette relation de Laplace

$$p' = \rho'\frac{c}{c'}\frac{p}{\rho}$$

conduisant bien à sa formule de la vitesse du son si, dans l'équation différentielle $\rho\frac{d^2u}{dt^2} = -\frac{dp_1}{dx}$ ci-dessus, l'on prend pour l'action longitudinale p_1 la pression nouvelle $p + p' = p + \rho'\frac{c}{c'}\frac{p}{\rho}$ répondant à la densité nouvelle $\rho + \rho' = \rho\left(1 - \frac{du}{dx}\right)$; car cette équation se change en $\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{c}{c'}\frac{p}{\rho}\frac{d^2u}{dt^2}$, d'où $\sqrt{\frac{c}{c'}\frac{p}{\rho}}$ pour vitesse de propagation des ébranlements.

« Mais il est aisé de voir que tout ce raisonnement suppose essentiellement que l'égalité de pression en tous sens n'a pas cessé ou s'est rétablie ; car, en admettant même que la relation $p = \rho f(\theta)$ subsiste ainsi que la valeur c de la chaleur spécifique pour p constant quand p représente, non pas une pression unique, mais la moyenne des pressions mesurées dans trois sens rectangulaires (moyenne dont dépend la dilatation *cubique* dans les solides comme le prouvent les formules de l'élasticité), rien n'autorise, si les pressions dans les trois sens ne sont pas égales, à remplacer par leur moyenne devenue $p + p'$ l'action ou pression en jeu p_1, qui s'exerce uniquement dans le sens longitudinal du

prisme ébranlé, ou *dans le sens de la propagation* et non dans les sens transversaux.

» Lagrange avait remarqué depuis longtemps que l'on ne peut obtenir la vitesse réelle du son qu'en faisant varier la pression dans un rapport plus rapide que la densité, par exemple comme une puissance $\gamma = \frac{4}{3}$ environ de celle-ci ; et c'est ce qui résulte de l'analyse de Laplace avec $\frac{c}{c'}$ pour valeur assignée à cet exposant ; car, de l'équation $p' = \rho' \frac{c}{c'} \frac{p}{\rho}$, l'on tire l'intégrale $p = C\rho^{\frac{c}{c'}}$ lorsqu'on remplace par dp et $d\rho$ les petits accroissements p' et ρ' et qu'on suppose le rapport $\frac{c}{c'}$ à peu près constant ainsi qu'il résulterait des expériences de MM. Gay-Lussac et Welter, qui ont trouvé environ 1,3748 pour sa valeur. M. Poisson, peu satisfait des raisonnements au moyen desquels Laplace, dans une autre partie de ses recherches (Méc. cél., liv. XII, p. 121, 113), évite d'arriver à la proportionnalité de la pression au carré de la densité quand il ne se perd pas de chaleur, remarque (mém. sur les solides et les fluides, au Journ. de l'Éc. pol., 20e cahier, no 39, p. 87) que ce résultat $p = C\rho^2$, contraire aux faits, se présenterait infailliblement, si l'on supposait le gaz composé d'une matière continue ou d'une infinité de molécules qui se touchent ; et, évaluant ce qu'il faut ajouter au terme $C\rho^2$ en raison de la discontinuité, il trouve une suite de termes rapidement décroissants dont il ne conserve que le premier, proportionnel à ρ^2 et à la quatrième puissance de l'intervalle moléculaire moyen qui lui-même est en raison inverse de $\sqrt[3]{\rho}$; ce qui le détermine à proposer, C et C' étant deux constantes, une expression

$$p = C\rho^2 + C'\rho^{\frac{2}{3}}$$

au lieu de celle de $p = C\rho^{\frac{c}{c'}} = C\rho^{1,4}$ environ de Laplace, en revenant toutefois à celle-ci à la fin de son mémoire (no 67, p. 160), à cause de la plus grande facilité qu'elle donne de poser des équations différentielles du mouvement du fluide.

» Mais, en employant cette expression binôme, on n'échapperait toujours pas à la nécessité de supposer l'égalité de pression en tous sens; car elle a été établie sur cette supposition. Et on ne l'éviterait pas par l'emploi de toute autre relation générale entre la densité et la pression *même moyenne;* car, comme on a dit tout à l'heure, si l'égalité n'a pas lieu, il n'est pas permis de substituer celle-ci à la pression longitudinale p_1.

» Or l'égalité de pression en tous sens n'existe pas dans les masses fluides dont les parties se meuvent les unes relativement aux autres. Les pressions en divers sens offrent des différences dès qu'il y a *frottement* d'un fluide contre ses parois ou seulement contre lui-même à travers une face intérieure quelconque, et ces différences ont lieu même entre les *composantes normales* des pressions qui sont alors obliques aux faces et dont les frottements sont les *composantes tangentielles.* M. Cauchy a fait voir d'une manière simple (Exerc. de Math., tome de 1827, p. 23), en considérant l'équilibre de translation longitudinale d'un petit prisme fluide tronqué, pour toutes les inclinaisons qu'on peut donner à sa base oblique, que l'égalité des pressions en tous sens au même point n'est qu'une conséquence mathématique de leur normalité supposée, et qu'elle n'existe qu'avec celle-ci. Il est même facile de démontrer généralement que les composantes normales de pression, par unité superficielle, sur deux faces perpendiculaires entre elles, ont une différence égale *au double de la composante tangentielle sur une face et dans une direction divisant leur angle en deux parties égales*, et que, sur cette face bissectrice, il y a *une vitesse de glissement égale à la différence des vitesses de contraction ou de dilatation perpendiculaires aux deux premières faces.* (*Comptes rendus de l'Acad.*, t. XVII, p. 1242, ou *Savants étrangers*, t. XIV, De la torsion, art. 18).

» Or, une foule de phénomènes observables, soit dans les rivières, soit dans les tuyaux de conduite d'eau ou de gaz, soit dans les ajutages cylindriques et coniques, soit dans les cheminées, soit dans les météores, etc., prouvent que toutes les fois qu'il y a glissement relatif des couches fluides, avec une vitesse même très faible, il y a *frottement* d'une intensité sensible ; d'où il suit que toutes les fois qu'il existe, à un instant déterminé, celui, par

exemple, où une section quelconque d'un prisme fluide vient à être ébranlée, une inégalité entre les vitesses de rapprochement ou d'écartement des molécules dans le sens longitudinal et dans les sens transversaux, *il y a, par cela seul, inégalité des pressions dans le premier sens et dans les derniers.* L'inégalité des pressions dans le sens du mouvement et dans un sens perpendiculaire paraît jouer aussi un rôle considérable dans l'écoulement des gaz par de petits orifices.

» Or si, dans des mouvements relatifs *tranquilles* et continués dans une même direction, les pressions sont sensiblement obliques et par suite inégales en divers sens, l'inégalité des pressions doit évidemment être considérable dans ces mouvements de va-et-vient qui constituent les ondes sonores, et qui exécutent jusqu'à soixante-treize mille vibrations en une seconde d'après les expériences de M. Despretz sur la limite des sons graves et aigus perceptibles. (Comptes-rendus, 1845, t. XX, p. 1218.)

» Reste à savoir comment on pourra arriver à une expression de la vitesse du son qui fasse entrer en considération cette inégalité des pressions du fluide dans le sens de la propagation et dans les sens perpendiculaires.

» Navier (Mém. de 1822 sur les fluides) et Poisson (Mém. cité du 12 octobre 1829, 20ᵉ cahier du *Journ. de l'École polyt.*, p. 149 et 152) en faisant sur les actions moléculaires dans l'état de mouvement, des hypothèses différentes en apparence, ont donné des équations du mouvement des fluides qui tiennent compte des frottements et des inégalités de pressions ; elles sont les mêmes que celles qu'on obtient plus simplement si, pour toute supposition, l'on admet que sur toutes les faces intérieures la direction où le frottement est nul est la même que celle où la vitesse de glissement relatif est nulle, et que par conséquent le frottement est proportionnel à cette vitesse dans toute autre direction (*Comptes rendus*, 17 nov. 1843, t. XVII, p. 1241), et, de plus, que le *coefficient* de ce frottement est le même en tous les points de la masse, ce qui revient à une hypothèse de proportionnalité déjà faite par Newton (*Principes*, prop. LI du liv. II). Mais ces équations ne conviennent que sous des conditions de régularité qui sont seulement remplies dans les mouvements relatifs très lents. Quand ils deviennent prompts, les fluides semblent se briser en parties de dimensions sensibles qui tourbillonnent les

unes devant les autres, et les résistances acquièrent des termes proportionnels aux carrés des vitesses, en sorte que les équations de Navier ne s'appliquent plus. Et elles ne sont relatives, du reste, qu'aux écoulements qui se continuent, et où les molécules franchissent à chaque instant les limites de stabilité de leurs arrangements pour en prendre de nouveaux auxquels d'autres succèdent dans le même sens, et non pas aux mouvements vibratoires qui écartent fort peu les molécules de leurs situations primitives, et dans des sens qui sont alternativement différents.

» Il est clair, même, que dans ces derniers mouvements, si les écarts en deçà et au delà sont très faibles et très prompts, les fluides *se comporteront comme des solides*, c'est-à-dire comme des corps dans lesquels les molécules conservent leurs arrangements en changeant légèrement leurs distances mutuelles. C'est ce qu'ont supposé, pour les vibrations de l'*éther lumineux*, Fresnel, MM. Cauchy, Radicke, Lamé, et, même, à la fin de son mémoire de 1839 sur les corps cristallisés, Poisson, bien que cet illustre savant eût annoncé, dans celui de 1829 (20e cahier *Journ. de l'École polyt.*, p. 147) qu'il ferait usage, pour la théorie de la lumière, d'équations où le milieu qui la propage serait traité comme se comportant d'une manière intermédiaire entre les solides élastiques en état de vibration et les fluides en état d'écoulement continu et lent.

» N'y a-t-il pas lieu de penser que c'est aussi à la manière d'un solide élastique que l'air vibre lorsqu'il transmet les sons?

» S'il se comportait d'une manière intermédiaire entre celle des solides qui vibrent et celle des fluides qui coulent lentement, ce serait à différents degrés de rapprochement de celle-ci ou de celle-là suivant la grandeur des ébranlements et la fréquence des changements périodiques de leur sens. La force élastique en jeu, dont dépend la vitesse de propagation, varierait en conséquence quant à sa relation aux compressions ou dilatations. Les sons forts se propageraient plus vite que les sons faibles, les sons aigus que les sons graves.

» Or, aucune expérience n'a manifesté une pareille différence dans les durées des transmissions. Si elle existait, un *bruit* sec, mélange confus de *sons* de divers degrés d'intensité et d'acuité ou de gravité, paraîtrait de loin comme un bourdonnement d'une

certaine durée; ou plutôt la transmission à une grande distance produirait, sur les sons mélangés, le même effet de décomposition que le prisme produit sur la lumière blanche, en sorte qu'une détonation entendue de loin paraîtrait comme une sorte de gamme chromatique descendante, etc., ce qui est contraire aux faits.

» L'air se comporte donc probablement d'une seule et même manière dans la transmission de tous les sons perceptibles, c'est-à-dire ou tout à fait comme un solide, ou tout à fait comme un fluide où les inégalités de pression en divers sens sont nulles ou faibles.

» Cette dernière supposition répugne trop, d'après ce que nous venons de dire des faits de frottement ou de communication latérale dans des mouvements incomparablement moins vifs.

» Cherchons donc ce qu'on peut obtenir en supposant que l'air transmet les sons à la manière des solides élastiques.

» Les formules de l'élasticité, telles qu'elles ont été démontrées élémentairement dans les écrits les plus récents (Leçons de M. Lamé, 1852; ou Savants étr., t. XIV, p. 236 à 277, et Journal de mathématiques de M. Liouville, février 1856) ne tiennent pas compte des *pressions antérieures* aux déplacements moléculaires provoqués, parce que, dans l'état habituel des solides qu'on y considère, ces pressions se réduisent à celle de l'atmosphère, négligeable ordinairement devant les coëfficients dont dépendent les forces que les déplacements développent. Elles ne tiennent pas compte non plus des changements de température causés par les compressions et dilatations parce qu'elles sont dressées surtout pour calculer des états d'équilibre. Pour ajouter ce qui est relatif à la pression antérieure, il faut recourir aux Exercices de mathématiques de M. Cauchy (année 1828, p. 230, formules 49 et 50, ou mieux, année 1829, p. 138, form. 36 et 37), ou bien au mémoire de 1829 de Poisson (*Journ. de l'École polyt.*, 20e cahier, p. 52, form. 10) où se trouvent les mêmes formules, mais particularisées (comme M. Cauchy l'avait déjà fait, année 1828, p. 201 et 229) pour les cas que nous considérons, où la contexture, et par conséquent la pression *antérieure* est la même en tous sens. Et, pour l'effet des changements de température, il faut consulter le mémoire lu par M. Duhamel à l'Académie des sciences de Paris, le 23 février 1835 (*Journ. de l'École polyt.*, t. XV, 25e cahier).

» Il en résulte, u, v, w étant les petits déplacements dans les

sens des coordonnés rectangulaires x, y, z, N_{xx} étant la composante normale de la pression, après les déplacements, sur la face perpendiculaire aux x, T_{yz} la composante tangentielle, dans le sens z, sur la face perpendiculaire aux y, N la valeur initiale N_{xx}, ou la pression primitive égale en tous sens, G le coefficient d'élasticité dit de glissement, et c, c' les deux chaleurs spécifiques :

$$N_{xx} = N + (3G+N)\frac{du}{dx} + (G-N)\frac{dv}{dy} + (G-N)\frac{dw}{dz}$$

$$+ \frac{5G-N}{3}\left(\frac{c}{c'}-1\right)\left(\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}\right).$$

$$T_{yz} = (G+N)\left(\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}\right).$$

Ces formules se réduisent à celles de MM. Cauchy et Poisson quand on ôte le dernier terme de la première, qui n'est autre chose que ce que M. Duhamel désigne dans son mémoire par $-\frac{\gamma}{\delta}v$ (sauf ce qui résulte de N). On obtient ce terme en remarquant que si l'on appelle θ' le nombre de degrés de l'augmentation inconnue de température due à la chaleur dégagée par les compressions qui ont lieu, et si d est la proportion de dilatation linéaire que produit chaque degré quand la pression ne varie pas, cette augmentation θ' de température accroît instantanément la pression comme ferait une contraction linéaire générale θ'd, ou comme si l'on avait $\frac{du}{dx} = \frac{dv}{dy} = \frac{dw}{dz} = -\theta'\mathrm{d}$, ce qui ajoute $[(3G+N)+(G-N)+(G-N)](-\theta'\mathrm{d}) = -(5G-N)\theta'\mathrm{d}$ à la pression N_{xx}. Or si en prenant 1 kilogramme de matière ainsi contractée et arrivée de la température primitive θ à celle $\theta+\theta'$, on l a refroidit *sans changer son volume* jusqu'à ce qu'elle revienne à la pression qu'elle avait avant cet échauffement, et si $\theta-\theta''$ désigne sa nouvelle température, on lui aura fait perdre une quantité de chaleur $c'(\theta'+\theta'')$ d'après la définition de c'; et comme le troisième état est le même où il serait arrivé directement à partir du premier, si, *sans changer sa pression* on l'avait refroidi de θ'' degrés, ce qui lui eût enlevé une quantité de chaleur $c\theta''$, l'on a $c\theta'' = c'(\theta'+\theta'')$. Or ce refroidissement donnera une contraction cubique $3\theta''$d; par conséquent, l'on a la contraction cubique ef-

fective $-\left(\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}\right)=3\theta''d$; d'où l'on tire $\theta''d$, et par suite $\theta'd=\left(\frac{c}{c'}-1\right)\theta''d=-\left(\frac{c}{c'}-1\right)\left(\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}\right)$, et par conséquent le dernier terme de N_{xx}.

» Ces formules, quand on fait $N=0$, $c=c'$, se réduisent à celles plus anciennement connues relatives au cas où l'état primitif est un état d'équilibre sans pression. On voit que la pression primitive N n'est pas *simplement ajoutée* à celles-ci ; elle entre aussi dans les termes affectés des déplacements u, v, w; ce qui vient de ce qu'une dilatation déjà effectuée dans une direction, en diminuant les angles que font avec celle-ci les lignes de jonction des molécules, augmente par cela seul l'effet d'une dilatation ultérieure dans la même direction, et diminue l'effet des dilatations dans des directions perpendiculaires.

» Mais il faut bien faire attention que N_{xx}, N, dans ces formules de l'élasticité, représentent des *tractions* ou tensions attractives, et non des *pressions proprement dites* ou répulsives comme elles le sont généralement dans les gaz et ordinairement aussi dans les liquides. Si p et p_{xx} représentent les *pressions* répulsives, primitive et ultérieure de l'air, l'on obtiendra celle-ci en faisant dans la première des deux formules ci-dessus :

$$N_{xx}=-p_{xx},\ N=-p.$$

De cette observation essentielle (qui nous avait échappé lors de l'insertion d'une autre note à ce journal, n° 1146, séance du 20 octobre 1855), il résulte que lorsque les dilatations transversales $\frac{dv}{dy}$, $\frac{dw}{dz}$ sont nulles, on a

$$p_{xx}=p-\left[3G-p+\frac{5G+p}{3}\left(\frac{c}{c'}-1\right)\right]\frac{du}{dx}$$

$$=p-\left[\frac{G}{3}\left(5\,\frac{c}{c'}+4\right)-\frac{p}{3}\left(4-\frac{c}{c'}\right)\right]\frac{du}{dx}.$$

Mettant cette formule pour la pression longitudinale p_1 dans l'équation différentielle $\rho\,\frac{d^2u}{dt^2}=-\frac{dp_1}{dx}$ du commencement de cette note, elle donne pour la vitesse de propagation du son

$$\sqrt{\frac{1}{\rho}\left[\frac{G}{3}\left(5\,\frac{c}{c'}+4\right)-\frac{p}{3}\left(4-\frac{c}{c'}\right)\right]}$$

expression qui se réduirait à $\sqrt{\dfrac{3G-p}{\rho}}$ si l'on faisait $\dfrac{c}{c'}=1$ ou si l'on ne tenait pas compte de la chaleur dégagée ou absorbée.

Cette formule de la vitesse du son ne manifeste pas, comme celle $\sqrt{\dfrac{c}{c'}\dfrac{p}{\rho}}$ de Laplace, une sorte de correction à celle $\sqrt{\dfrac{p}{\rho}}$ de Newton. On ne peut pas la faire rentrer dans l'une ni dans l'autre en négligeant certains termes qui seraient évaluatifs de l'influence soit de la chaleur dégagée soit de la différence entre les pressions en divers sens. On peut dire qu'elle diffère radicalement de toutes deux. La pression primitive (répulsive) p entre négativement dans cette formule, mais ce n'est pas à dire pour cela qu'elle donne une vitesse de propagation d'autant moins considérable que la pression est plus forte, car le coefficient d'élasticité G doit croître avec le rapprochement des molécules, et par conséquent avec p et ρ. Poisson a même donné, des deux quantités que nous appelons $\dfrac{G}{\rho}$ et $\dfrac{-p}{\rho}$, les expressions suivantes qui en manifestent la dépendance, sans pouvoir servir, jusqu'à présent, à en déterminer le rapport; R désigne l'*attraction* (positive ou négative) d'une molécule, placée au point où l'on prend la pression, sur l'une quelconque de celles qui l'environnent, et Σ désigne une somme relative à toutes ces actions dans la sphère où elles sont sensibles. (Mémoire cité de 1829, n° 21, p. 46, formule 8.)

$$\frac{-p}{\rho}=\frac{1}{6}\,\Sigma r\,\mathrm{R}\,,\quad \frac{\mathrm{G}}{\rho}=\frac{1}{30}\,\Sigma r^3\frac{d\frac{\mathrm{R}}{r}}{dr}=\frac{1}{30}\,\Sigma r^2\,\frac{d\mathrm{R}}{dr}+\frac{p}{5}\,.$$

La valeur du coefficient G de résistance au glissement au premier instant des déplacements est inconnu dans les fluides, car on ne doit pas le confondre avec celui du *frottement* qui se manifeste pendant que les arrangements moléculaires changent à chaque instant et qu'il se développe, en deçà et au-delà des limites de stabilité de chacun d'eux, une suite d'actions contraires dont les quantités de travail se compenseraient sans les petits déplacements latéraux qui les accompagnent et dont la force vive se dissipe sans retour. On ne voit pas par quelles expériences il pourrait être

directement déterminé. Tout ce qu'on peut faire maintenant, c'est d'en déduire la valeur de celle de la vitesse observée du son, qui est de 340^{m},889 (Méc. céleste) à la température de 15°,9 et pour une hauteur barométrique de 0^{m},7556, ce qui fait 332^{m},3 en ramenant à 0° et 0^{m},76; d'où, en faisant $p=10332^{k},91$ (ou 0^{m},76 multiplié par 13598^{k},93 poids d'un mètre cube de mercure), $\rho=0,131837$ (quotient, par la pesanteur 9^{m},80896, de 1^{k},293187, poids du mètre cube d'air d'après M. Regnault), et $\frac{c}{c'}=1,3748$,

$$G = 6511.$$

» Mais nous ne devons pas dissimuler ici une grave difficulté. Il en résulterait que le coefficient $G+N=G-p$, par lequel il faut multiplier le glissement $\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}$ pour avoir la composante tangentielle de pression T_{y}, serait $6511-10333$, ou négatif, en sorte que la résistance *initiale* au glissement aurait un sens opposé à celui-ci, ce qui ne saurait être.

» Cela vient-il de ce que les formules de la théorie de l'élasticité seraient en défaut pour l'air et les autres gaz, soit à cause de l'*éther* qui est mêlé en proportion majeure à leurs molécules propres (et quoique la manière dont ces formules sont dressées paraisse s'appliquer à des mélanges de molécules non similaires), soit, plutôt, parce que ces formules ne tiennent pas compte de l'état vibratoire dans lequel consiste probablement la chaleur même latente, telle que celle qui maintient l'état aériforme? C'est sur quoi nous nous bornons à appeler l'attention des géomètres et des physiciens qui obtiendraient probablement à cet égard quelques lumières, s'il mesuraient comparativement la vitesse du son dans de l'air comprimé et dans de l'air dilaté à un très haut degré. En tout cas, les difficultés indiquent ordinairement une direction dans laquelle il y a quelque chose à découvrir, et peut-être les recherches sur celle-ci mettraient-elles sur la voie de pénétrer le mystère thermo-dynamique de l'état fluide.

» On voit toujours, par ce qui précède, qu'il reste encore bien des choses à savoir sur la théorie du son, objet des recherches d'hommes tels que Newton, Lagrange, Euler, Laplace, Poisson et Dulong; qu'on ne doit pas s'étonner de trouver des différences entre les

résultats de l'observation et ceux de la formule de vitesse la plus généralement adoptée jusqu'ici $\sqrt{\frac{c}{c'} \cdot \frac{p}{\rho}}$, ni se hâter de déduire de cette formule, probablement fausse, des valeurs du rapport $\frac{c}{c'}$, comme l'ont fait plusieurs physiciens éminents ; enfin que ce qu'il paraîtrait y avoir de mieux à faire dans l'enseignement, jusqu'à éclaircissement, serait de démontrer la formule newtonienne et d'énoncer simplement les raisons qui rendent son résultat trop faible.

» Au reste, si l'expression complétée que nous avons donné pour la composante normale de pression p_{xx} est admise, au moins pour les corps solides, il ne faut pas oublier que la formule déduite tout à l'heure pour la vitesse du son n'est relative qu'à la propagation ou dans une masse indéfinie ou dans un prisme dont les dimensions transversales ne varieraient pas. Si le prisme est supposé isolé, comme une tige métallique, en sorte que ses faces latérales ne supportent aucune autre action que celle primitive $N=-p$, il faut, pour les actions normales N_{yy}, N_{zz} sur des faces perpendiculaires aux y et aux z, poser deux expressions semblables à celle de N_{xx}, les égaler à N et en tirer les dilatations transversales $\frac{dv}{dy}$, $\frac{dw}{dz}$ pour les substituer dans N_{xx}. On obtient ainsi :

$$\frac{dv}{dy}=\frac{dw}{dz}=-\frac{(5G-N)\frac{c}{c'}-2(G+N)}{2(5G-N)\frac{c}{c'}+2(G+N)}\cdot\frac{du}{dx},$$

d'où :

$$N_{xx}-N=E\frac{du}{dx} \text{ en faisant } E=\frac{(5G-N)\frac{c}{c'}\cdot(G+N)}{\frac{1}{3}5(G-N)\frac{c}{c'}+\frac{1}{3}(G+N)}.$$

Et la vitesse de propagation des vibrations ou du son dans le sens de la longueur du prisme solide est $\sqrt{\frac{E}{\rho}}$.

« Le nombre E par lequel il faut multiplier la dilatation longitudinale d'un prisme isolé pour avoir la traction correspondante sur l'unité superficielle de ses bases est ce *module* ou *coefficient d'élasticité* de Young et de Navier, se réduisant lorsque $N=-p$ est négligeable devant G comme il arrive le plus ordinairement à l'expression $\frac{15G}{5+\frac{c'}{c}}$ trouvée par M. Duhamel, et à la valeur depuis plus longtemps connue $\frac{5}{2}G$ quand on peut faire $c'=c$ ou quand la température a le temps de redevenir la même que précédemment. Celle-ci peut convenir dans les questions d'équilibre ; mais dans les questions de vibrations, il faut prendre celle de M. Duhamel ; en sorte que, comme $\frac{c'}{c}<1$, la vitesse réelle de propagation du son le long d'une tige solide est un peu supérieure à celle $\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ qu'on trouverait en mettant pour E le coefficient d'élasticité déduit de l'observation d'allongements statiques, ce qui a été confirmé par de nombreuses expériences de M. Wertheim (mémoire du 18 juillet 1842, aux *Annales de chim. et de phys.*, 3ᵉ série, t. XII). »

Séance du 19 avril 1856.

PHYSIQUE. *Électricité.*—M. L. Foucault a annoncé, dans cette séance, à la Société qu'en poursuivant ses recherches sur les machines d'induction multiples, il a reconnu qu'il est avantageux de substituer à l'interrupteur ordinaire une lame vibrante en métal plongeant d'une manière intermittente par son extrémité libre dans un godet de mercure recouvert d'une couche d'alcool ou d'esprit de bois. Ce nouvel interrupteur fournit, toutes choses égales d'ailleurs, des effets comparativement plus intenses ; il fonctionne indéfiniment sans altération, et les effets vont croissant proportionnellement avec le nombre des machines réunies. Quatre machines, convenablement isolées et munies d'un interrupteur à mercure, donnent un jet soutenu d'étincelles à la distance de trente à quarante millimètres.

Quand on éclaire par l'étincelle d'induction la lame vibrante de

l'interrupteur, celle-ci apparaît comme si elle était fixe; mais la position qu'elle semble affecter, bien différente de celle qui correspond à la rupture du courant inducteur, dénote qu'il s'écoule un intervalle de temps perceptible entre la rupture du courant inducteur et la décharge du courant induit.

Séance du 26 avril 1856.

MÉTÉOROLOGIE. *Nuages et brouillards.* — M. de Tessan a présenté, dans cette séance, quelques considérations sur la constitution des globules d'eau dont le rapprochement en grand nombre forme les nuages et les brouillards, et auxquels on a donné le nom de *vapeurs vésiculaires*.

Il pense qu'on peut légitimement douter que ces globules soient réellement *vésiculaires :*

1° Parce que la formation d'un globule vésiculaire au moment de la transformation de la vapeur d'eau invisible contenue dans l'air en vapeur visible exigerait de la part des particules d'eau disséminées primitivement dans l'air, et qui doivent la composer, une telle précision et un tel ensemble dans leurs mouvements qu'on peut bien douter que cette précision et cet ensemble existent réellement dans l'état de mouvement si varié de l'air. Il lui paraît que la vésicule serait crevée avant d'être formée.

2° Parce que, en supposant la vésicule formée, la pesanteur, agissant sur les particules d'eau de l'hémisphère supérieur, les porterait rapidement vers la partie la plus basse de l'hémisphère inférieur, et amènerait ainsi promptement la rupture de la vésicule à son sommet, comme on le voit pour les vésicules que l'on peut former avec de l'*eau pure*, lesquelles crèvent en moins d'une minute, même dans un espace complétement saturé de vapeur d'eau.

3° Parce que l'air contenu dans une vésicule de $0^m,00002$, comme celles qui constituent les nuages, y serait soumis à une pression de $\frac{1}{7}$ d'atmosphère plus considérable que la pression extérieure; que par suite, cet air se dissoudrait dans son enveloppe d'eau et s'exhalerait à l'extérieur; en sorte que la vésicule diminuerait forcément de diamètre, et cela avec une vitesse accélérée, puisque la pression intérieure deviendrait d'autant plus grande que le diamètre de la vésicule deviendrait lui-même plus petit. La vé-

sicule ne tarderait donc pas, par cette seule cause, à se réduire encore en un globule plein.

M. de Tessan pense, d'après cela, que les explications de divers phénomènes météorologiques que l'on a basées sur la réalité de l'existence de globules *vésiculaires* dans l'atmosphère sont elles-mêmes douteuses; et qu'il serait utile d'en chercher d'autres basées sur l'existence de causes plus réelles ou moins problématiques.

Séance du 10 mai 1856.

ZOOLOGIE. *Singes.*— Les observations suivantes sur le *Simia capucina*, Linné, ont été présentées dans cette séance à la Société par M. Pucheran.

« Tous les zoologistes savent quelles difficultés présente la détermination des espèces décrites par Linné dans les diverses éditions du *Systema naturæ.* Les diagnoses différentielles données par ce grand naturaliste sont si dépourvues des détails suffisants, que ce n'est qu'avec une attention soutenue qu'il est possible de les interpréter. Aussi, est-il quelquefois arrivé aux zoologistes modernes d'indiquer comme nouvelle une espèce déjà décrite par Linné, et de transporter une dénomination linnéenne à un type totalement différent. Une erreur de cette nature, relative au *Simia sabœa*, a été rectifiée, il y a quelques années, par M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, et les observations que j'ai eu récemment occasion de faire sur la synonymie du *Simia capucina*, m'ont donné la conviction qu'en ce qui concerne ce Singe, une rectification semblable était nécessaire.

» Ce Sajou a été décrit par Linné dans l'ouvrage qu'il a consacré au *Museum Adolphi Friderici.* La description est fort exacte, et la planche destinée à la compléter ne laisse, sous ce point de vue, rien à désirer. La même diagnose est intégralement reproduite dans la dixième édition du *Systema naturæ;* mais, dans la douzième édition du même travail, Linné la modifie déjà, parce qu'il croit son espèce identique avec un des *Cercopithecus* de Brisson, qui en est tout à fait différent. Dans les œuvres de Schréber, Erxlében, Gmelin, cette synonymie s'enrichit, mais devient encore plus inexacte; par suite de cette confusion la description primitive de Linné se trouve tout à fait changée. Dans

les recherches plus modernes, enfin, depuis M. Geoffroy-Saint-Hilaire père, jusqu'à MM. J.-A. Wagner et Burmeister, ce n'est plus le *Simia capucina* de Linné qui se trouve décrit; c'est une des espèces considérées, mais abusivement, par les zoologistes du XVIII[e] siècle, comme en constituant un double emploi.

» Pour se convaincre de l'exactitude d'une semblable assertion, il suffit d'étudier de nouveau la description initiale; or, voici les propres expressions de Linné :

Simia imberbis nigra, cauda longa hirsuta, facie flavescente. — Viva itidem in museo occurrit, pilo laxo, longiusculo; at facies et maxima pars capitis, excepto pileo nigro, pallide flava est una cum pectore ad flexuram usque cubitorum. Facies nuda est, parva et incarnata. Oculi nigri. Nares simæ, protuberantes quasi duobus tuberibus, hiantibus, etc. (Museum Ad. Friderici, p. 2, pl. 2.)

» Si maintenant nous essayons de déterminer à quel Cébidé décrit par les modernes peut s'appliquer une semblable diagnose, nous n'en trouvons qu'un seul; c'est le *Cebus hypoleucus* de M. Geoffroy père. La comparaison de la planche qui accompagne la description de Linné confirme cette assimilation. L'examen auquel je me suis livré récemment, soit dans les galeries, soit dans la ménagerie du Muséum, a dissipé tous les doutes que j'aurais pu concevoir à ce sujet.

» Le nom de *Cebus capucinus*, Pucheran; *Simia capucina*, L., me semble donc, jusqu'à plus ample informé, devoir être donné au *Sai à gorge blanche*, de Buffon. Quant au *Cebus capucinus* des zoologistes modernes, il est fort possible qu'il soit spécifiquement identique avec le *Cebus olivaceus* de M. Schomburgk. Si j'hésite dans cette assertion, c'est que je n'ai pu encore constater quel est le type auquel M. Schomburgk a appliqué la dénomination de *Cebus capucinus*. Constatons cependant que la prétendue variété du *Cebus olivaceus*, récemment figurée dans les Suites à Schréber, par M. I.-A. Wagner, ne diffère pas du *Cebus castaneus* de M. Isidore Geoffroy.

» Ne soyons pas surpris, toutefois, de l'interprétation inexacte donnée par les zoologistes les plus illustres de notre époque à l'une des diagnoses de Linné. La détermination exacte des Singes américains est un des problèmes difficiles de la mammalogie, et, sauf les tentatives récentes, faites avec succès, par M. I. Geoffroy, aucun des mammalogistes modernes n'a pu assigner de caractères

un peu fixes aux diverses espèces du genre *Cebus*. J'ai pu constater qu'en ce qui concerne le genre *Hagothrix*, de M. Geoffroy le père, il était fort possible également de donner aux types connus une caractéristique plus exacte. J'espère incessamment pouvoir communiquer à la Société les résultats des efforts que j'ai tentés dans cette direction. »

ANATOMIE COMPARÉE. *Veine porte rênale dans les Oiseaux*. — M. Pierre Gratiolet a déjà fait connaître à la Société certains faits qui obligent de conclure à l'existence d'une veine porte rênale dans les Oiseaux. Une observation qu'il a eu l'occasion de faire dans ces derniers temps a été communiquée par lui dans cette séance comme étant la confirmation évidente de cette manière de voir. Voici en quoi elle consiste.

Dans les Oiseaux en général l'artère fémorale se divise en deux branches : l'une qui se porte dans la veine cave, l'autre qui se continue avec la branche externe de l'arc hépato-néphrétique ; c'est l'existence de cette branche qui a induit à errer, les observateurs qui ont contesté la proposition de Jacobson touchant l'existence d'une veine porte dans les reins de ces animaux ; si donc elle n'existait pas, il y aurait évidemment chez eux une veine porte pour le rein. Ce cas est réalisé dans l'Autruche. Dans cet animal la veine fémorale tout entière, placée très en avant du lobe principal du rein, se porte dans la veine cave. Ainsi la branche externe de l'arc veineux hépato-néphrétique prend tous les caractères d'une veine porte rênale, et, de même que dans les Reptiles, se trouve située au côté externe de l'uretère. Toutefois cette veine ne reçoit plus les veines des membres postérieurs, mais seulement certaines veines provenant de la queue et des parois très épaisses du cloaque. Cette observation anatomique, qui résout une question importante, méritait d'être signalée.

Séance du 17 *mai* 1856.

ANALYSE ALGÉBRIQUE. *Séries convergentes*. — M. de Tessan démontre la proposition suivante : « Pour que la série u_1, u_2, u_3... u_n, u_{n+1}..., etc., dont tous les termes sont supposés positifs, soit convergente, *il est nécessaire* et *il suffit* que le produit nu_n converge vers zéro à mesure que n converge vers l'infini. »

1° Cette condition est *nécessaire*. En effet, si le produit nu_n, ou, ce qui est la même chose, le rapport $\frac{u_n}{\frac{1}{n}}$ convergeait vers une limite plus grande que zéro : pour des valeurs infiniment grandes de n, u_n serait du même ordre de grandeur que $\frac{1}{n}$; par conséquent il suffirait de multiplier par divers coefficients *finis* les termes de la série $\frac{1}{n}$, $\frac{1}{n+1}$, $\frac{1}{n+2}$..., etc., pour reproduire respectivement les termes de la série u_n, u_{n+1}, u_{n+2}..., etc. Or, soit k le plus petit de ces coefficients (k ne sera ni nul, ni infiniment petit, mais fini, puisque les termes de cette dernière série ne sont ni nuls, ni infiniments petits par rapport à ceux de la série précédente, mais sont du même ordre de grandeur) : les termes de la série u_n, u_{n+1}, u_{n+2}..., etc., seront tous plus grands ou du moins de même valeur que ceux de la série $\frac{k}{n}$, $\frac{k}{n+1}$, $\frac{k}{n+2}$..., etc. Mais on sait que cette dernière série est divergente : donc la précédente le sera aussi, et par suite aussi la série proposée. Il est donc nécessaire que le produit nu_n converge vers zéro pour que la série proposée soit convergente.

2° Cette condition *suffit*. En effet si le rapport $\frac{u_n}{\frac{1}{n}}$ converge vers zéro pour des valeurs infiniment grandes de n, u_n sera un infiniment petit d'ordre supérieur à celui de $\frac{1}{n}$, et sera, par suite, de l'ordre $\frac{1}{n^\mu}$, μ étant plus grand que l'unité. Les termes de la série u_n, u_{n+1}, u_{n+2}..., etc., seront donc du même ordre de grandeur que ceux de la série $\frac{1}{n^\mu}$, $\frac{1}{(n+1)^{\mu'}}$, $\frac{1}{(n+2)^{\mu''}}$..., etc. (les exposants μ, μ', μ''... étant tous plus grands que l'unité). Il suffira donc de multiplier par divers coefficients *finis* les termes

de cette dernière série pour reproduire ceux de la série précédente. Or, soit k le plus grand de ces coefficients *finis* et ν le plus petit des exposants μ, μ', μ''... (ν sera plus grand que l'unité, puisque tous ces exposants sont plus grands que l'unité) : les termes de la série u_n, u_{n+1}, u_{n+2}..., etc., seront respectivement plus petits ou au plus de même valeur que ceux de la série $\frac{k}{n^\nu}$, $\frac{k}{(n+1)^\nu}$, $\frac{k}{(n+2)^\nu}$..., etc. Mais on sait que cette dernière série est convergente, puisque $\nu > 1$: donc la précédente l'est aussi, et par suite aussi la série proposée.

Séance du 24 mai 1856.

PHYSIQUE. *Électricité.* — M. Léon Foucault a exposé à la Société dans cette séance la suite de ses recherches sur les appareils d'induction réunis et fonctionnant avec l'interrupteur à mercure.

A l'air libre quatre machines de dimension ordinaire, alimentées par dix couples de Bunsen grand modèle, donnent l'étincelle à la distance de 7 centimètres.

L'adjonction d'un condensateur en forme de jarre dont les armatures agissent dans une étendue superficielle de 30 centimètres sur 50, rend l'étincelle très vive, très bruyante, et réduisant la distance explosive à 18 millimètres. La série des décharges qui se succèdent avec rapidité verse dans la pièce où l'on opère une lumière ambiante dont l'intensité est comparable à celle d'une lampe ordinaire. Bien qu'une pareille source ne possède pas en apparence un éclat excessif, elle agit sur l'organe de la vue, comme la lumière des charbons de la pile, et produit, quand on se laisse aller à la contempler directement, une douloureuse ophthalmie, qui se déclare quelques heures après. L'interposition du verre d'urane prévient ou du moins atténue cet accident, ce qui semble démontrer que l'action physiologique est due surtout aux radiations très réfrangibles et en partie invisibles qui accompagnent en forte proportion la lumière électrique.

La décharge des quatre appareils traverse aisément un tube de deux mètres de long dans lequel on fait le vide avec la machine pneumatique : une colonne de lumière se développe alors de

l'une à l'autre extrémité et présente dans toute son étendue les stratifications qui ont été signalées à l'intérieur de l'œuf électrique.

Séances des 7 et 28 juin 1856.

PHYSIQUE DU GLOBE. *Ozone.*—Dans ces deux séances M. Ch. Brame a communiqué des observations sur l'ozone, dont voici le résumé.

I. *Ozone dégagé par les plantes au soleil.*

1. On a introduit des feuilles de Tilleul au fond d'un matras rempli d'eau et auquel on avait adapté au moyen d'un bouchon un tube également rempli d'eau distillée; le tout étant exposé au soleil, il y a eu dégagement d'oxygène mélangé d'ozone qui a coloré un premier papier d'iodure de potassium en jaune d'ocre. Un deuxième papier d'iodure de potassium a pris la même couleur, mais avec une teinte plus prononcée.

2. Un papier d'iodure de potassium, posé sur la face supérieure d'une feuille au soleil, n'a pas tardé à prendre la couleur ocreuse, aux points de contact.

3. Le même résultat a été obtenu avec un papier semblable au précédent, attaché à une ficelle à l'un des bouts de laquelle était suspendu un corps lourd, et qu'on a descendue dans une touffe d'herbes, bien que le soleil fût voilé pendant la durée de cette dernière expérience.

4. Pendant le même temps des papiers d'iodure de potassium, exposés à l'air, près des feuilles de divers végétaux, se sont légèrement colorés, tandis que des papiers ayant subi la même préparation, suspendus dans l'air à la distance de 4 ou 5 mètres des mêmes plantes, n'ont pas subi d'altération sensible.

Ces mêmes expériences, répétées avec des papiers amidonnés, trempés dans l'iodure de potassium à un centième, ont donné des résultats analogues.

Enfin, des papiers de ferrocyanure de potassium ont donné des résultats correspondants, en prenant, lorsqu'ils se sont colorés, une teinte rougeâtre bien marquée.

II. *Ozone dans l'eau de pluie.* Des papiers amidonnés, trempés dans une solution d'iodure de potassium $\frac{1}{100}$ et séchés dans l'obscurité, ont servi aux expériences suivantes :

1° En touchant avec le papier des gouttes de pluie tombées sur des feuilles de Maronnier d'Inde, le papier a pris une coloration bleue ou rosée immédiate.

2° Du papier préparé de la même manière, ayant été posé sur des feuilles encore sèches, les gouttes de pluie qui y tombaient y ont déterminé l'apparition d'une coloration bleue ou rosée, s'irradiant par la projection.

3° Des bandes de papier, fixées sur un support et préparées comme il a été dit, ont pris une coloration bleue uniforme, par l'action des gouttes d'une pluie rare, excepté dans la partie abritée par le support.

4° Dans un cas, pendant le même temps, les papiers se sont colorés en rougeâtre. Ces phénomènes sont produits surtout par les pluies d'orage. — Des résultats correspondants ont été obtenus au moyen des papiers de ferrocyanure de potassium.

M. Brame attribue en grande partie à l'action de l'ozone la formation du nitrate d'ammoniaque que l'on rencontre dans l'eau des pluies.

Séances des 14 et 28 juin 1856.

ANALYSE ALGÉBRIQUE. *Séries convergentes.* — La note de M. de Tessan, communiquée à la Société dans la séance du 17 mai, a conduit M. Catalan à présenter quelques remarques dont M. de Tessan a reconnu la justesse dans la note suivante (1).

« M. Catalan a fait observer avec juste raison que la condition $nu_n = o$ pour $\frac{1}{n} = o$ que j'ai donnée comme nécessaire et *suffisante* pour assurer la convergence de la série dont le terme général est

(1) Nous avons reçu nous-mêmes de l'un de nos lecteurs, sur le même sujet, la lettre suivante :

« Monsieur le rédacteur, veuillez permettre à un lecteur de votre journal de signaler une inexactitude que renferme le n° du 11 courant et qui infirme la proposition donnée par M. de Tessan sur les séries convergentes. La seconde partie de ce théorème suppose implicitement que toute fonction de la variable x qui tend vers zéro en même temps que cette variable est de la forme kx^α, k ne croissant pas indéfiniment et α ayant une valeur positive. Or, cette assertion n'est pas vraie pour la quantité $\frac{1}{\log x}$, et il n'est pas difficile d'imaginer d'autres fonctions transcendantes pour lesquelles on arriverait au même résultat. Agréez, etc., F. Frenet. — Lyon, 12 juin 1856.

(Note de la rédaction du journal *l'Institut*.)

u_n, n'est pas toujours suffisante : que, par exemple, la série dont le terme général est $u_n = \frac{1}{n \log n}$ satisfait à cette condition est cependant divergente.

» En effet, ma démonstration ne peut s'appliquer aux cas où le produit nu_n est, par rapport à $\frac{1}{n}$, un infiniment petit d'ordre infiniment petit lui-même : ce qui est le cas actuel.

» Il faut donc modifier ma précédente conclusion et dire que la condition $nu_n = 0$, toujours nécessaire, n'est suffisante que si le produit nu_n, pour des valeurs infiniment grandes de n, est un infiniment petit d'ordre fini.

» Par un raisonnement semblable à celui de ma précédente communication, on prouve facilement qu'une condition toujours nécessaire est que, pour $\frac{1}{n} = 0$, on ait

$$(n \log n . \log \log n . \log \log \log n \ldots, \text{etc.} \ldots), \times u_n = 0,$$

quel que soit le nombre des facteurs du multiplicateur de u_n dans le premier membre de cette équation. Cette condition sera suffisante, si, pour des valeurs infiniment grandes de n, ce premier membre est un infiniment petit d'ordre fini (quelque petit du reste que soit cet ordre) par rapport à l'inverse de l'un quelconque des facteurs du multiplicateur de u_n. »

ORNITHOLOGIE. *Passereaux.* — Dans la séance du 28 les observations suivantes sur quelques espèces de Passereaux ont été présentées par M. Pucheran.

« La détermination de quelques familles de Passereaux, dont je me suis récemment occupé, dans le Muséum d'histoire naturelle de Paris, a nécessité, de ma part, une série de recherches dont les résultats m'ont paru nouveaux pour l'ornithologie. Je vais les exposer succinctement, en signalant d'une manière spéciale, et pour ne pas multiplier les détails, les principaux caractères dont l'observation m'a conduit à adopter une opinion différente de celle des zoologistes qui m'ont précédé.

» 1° *Pachyrhynchus Spixii*, Swainson.—Le type de M. Swainson se trouve dans le Muséum de Paris. Le mâle est un *Bathmidurus splendens* (Pr. de Neuwied), ainsi que l'a dit M. Cabanis

(*Archiv. für Naturg.*, vol. 25, p. 244) ; mais peut-on le rapporter au *Pach. variegatus* de Spix? Dans le plus adulte de nos individus mâles de cette dernière espèce, il m'a été impossible de trouver la penne rudimentaire qui existe dans le *Pach. Spixii*, entre la première et la deuxième rémige. Quant à la femelle, je crois, avec M. Cabanis, que c'est bien une femelle de *Bathm. variegatus.*

» 2° *Dryocopus eburneirostris*, Lesson. — Ce Picucule, figuré par M. Desmurs (*Icon. ornith*,, pl. 52), a été rapporté par M. de Lafresnaye et tous les modernes au *Xiphor. flavigaster*, de M. Swainson. Or, les teintes de coloration de ses parties inférieures sont d'un brun terreux, et ne présentent point les couleurs jaunes qui, si saillantes sur l'abdomen de l'espèce de l'est du Mexique, lui ont mérité la dénomination qu'elle porte. Je regarde dès lors ce rapprochement comme dénué d'exactitude.

» 3° *Nyctibius leucopterus*, de Wied (*Caprimulgus leucopterus*, de Wied, *Beyträge*, etc. p. 311. — Comme le précédent, ce type spécifique a été figuré par M. Desmurs (*Icon. ornith.*, pl. 49 et 50) d'après les exemplaires du prince de Wied. Or, cet Ibijau ne me paraît pas différent de l'*Urutau*, d'Azara ; *Podargus cornatus*, Vieill. Les planches de M. Desmurs sont totalement semblables à nos exemplaires d'Urutau, dont l'un a été rapporté de Corrientès par M. d'Orbigny. M. Desmurs a cependant omis, dans sa description, l'indication des petites plumes formant une huppe sur l'arrière des yeux ; mais la description initiale de M. de Wied (*Beyträge*, etc., vol. 3, p. 311) ne laisse, sous ce point de vue, rien à désirer. L'assimilation de ce *Nyctibius* au *Caprimulgus leucopygius*, de Spix, établie dans le *Conspectus avium* de M. Charles Bonaparte (p. 63), nous paraît dès lors inexacte, car ce dernier est un *Chordeiles.*

» 4° L'*Ibijau* d'Azara (*Voyage dans l'Am. mérid.*, vol. IV, p. 116), confondu avec l'espèce de Cayenne par Vieillot et le prince de Neuwied, est identique avec le Caprimulgide décrit dans le *Conspectus avium* (p. 62) de M. Charles Bonaparte, sous le nom de *Nyctidromus grallarius*, Wied., d'après les exemplaires du musée de Leyde. Cette circonstance nous semble indiquer que M. de Wied a reconnu l'inexactitude de sa première détermination.

» 5° L'*Ibijau roux*, d'Azara (*loc. cit.*, p. 318), est probable-

ment un jeune de son Ibijau. Les taches rousses des rémiges,dont parle cet observateur, existent encore chez certains individus que nous avons eu occasion d'observer, et chez lesquels, par conséquent, la tache blanche de ces mêmes pennes ne s'est point encore développée. Dans les mêmes exemplaires, les rectrices portent à leurs extrémités la tache blanche indiquée par Azara. Si notre assertion se confirme, il serait possible que la tache blanche de l'aile ne fût, dans les espèces de ce genre, qu'un caractère de l'adulte, les jeunes présentant, au contraire, des taches rousses dans cette région. Ce n'est que de cette manière que l'on peut s'expliquer comment, dans la description de son *Caprimulgus carolinensis*, Brisson parle d'une tache blanche sur les rémiges de ce type, tandis que les zoologistes plus modernes, qui cependant ne nient point cette espèce, ne parlent, dans leurs diagnoses, que des taches rousses de ces pennes. Si ces différences ne sont point le résultat de la mue, il est évident que, dans la circonstance que nous venons de citer en dernier lieu, elles indiquent une autre espèce.

» 6° *Caprimulgus ocellatus*, Tschudi.—M. Tschudi a fait une observation fort juste en disant que cet Engoulevent a été décrit par M. le prince de Neuwied (*loc. cit.*, p. 337), sous le nom de *Caprimulgus brasilianus*, Gm. Mais ce n'est point le *Caprimulgus brasilianus* de Gmelin : de sorte que nous pensons que l'espèce dénommée par M. Tschudi ne doit point constituer un synonyme.

» Cette étude, relative aux Caprimulgidés, à laquelle je viens de me livrer, m'a permis de constater la grande rareté des espèces à tarses allongés et dénués de plumes dans les parties septentrionales du nouveau continent. Les *Hydropsalis*, *Nyctidromus*, *Podages*, dont les tarses sont allongés à des degrés divers, sont, en effet, originaires des régions méridionales de cette partie du monde. Le caractère général de la faune de l'Amérique du Nord. peut-être même celui de l'Amérique du Sud, nous serait-il dévoilé par ces observations? C'est une étude que j'espère poursuivre : je dirai seulement, en cette circonstance, que l'examen que j'ai tenté, dans ce but, des Mammifères du même pays, m'a conduit à des résultats confirmatifs de ce premier aperçu.

» Les mêmes études m'ont donné lieu de confirmer les analogies que, dans un travail sur les Oiseaux de proie nocturnes, im-

primé dans les *Archives du Muséum*, en 1850, j'ai établies, sous le rapport du plumage, entre les espèces nocturnes et les jeunes des espèces diurnes. Dans les Caprimulgidés, en effet, les pattes présentent entre leurs doigts, soit des liserés membraneux, soit des vestiges de palmature. C'est un caractère dont je ne connais d'exemple chez aucun Passereau, mais que reproduit, à un certain degré, la disposition des mêmes organes, chez les embryons des Oiseaux, d'après les observations de M. Agassiz, que je n'ai point, je dois l'avouer, encore eu le temps de constater. Par suite de l'existence de ce nouveau rapport, je me crois donc fondé à conclure encore que ce n'est point s'exposer à être démenti par les faits que d'admettre que les Oiseaux nocturnes réalisent, dans de certaines limites, les conditions organiques présentées par les jeunes et les embryons des autres espèces. »

Séance du 2 août 1856.

En présentant dans cette séance sa carte hydrographique souterraine de la ville de Paris, M. Delesse, ingénieur des mines, a accompagné cette présentation de la note suivante.

« La ville de Paris est traversée par quatre nappes d'eau superficielles : la Seine, la Bièvre, le ruisseau de Ménilmontant et le canal Saint-Martin.—Le ruisseau de Ménilmontant, dont le cours est tracé sur les anciens plans de Paris, descendait de la colline qui porte le même nom ; il se dirigeait vers la rue des Filles-du-Calvaire, et, décrivant de ce point un arc de cercle autour du centre actuel de Paris, il allait se jeter dans la Seine au quai de Billy. Les travaux exécutés dans Paris ont complétement changé le régime de ce ruisseau ; il est d'ailleurs dissimulé par les constructions qui le recouvrent ; mais il continue à couler dans le grand égoût de ceinture en lequel il a été transformé. — La Bièvre et l'ancien ruisseau de Ménilmontant sont renfermés dans une cuvette parfaitement étanche, et par conséquent ces deux cours d'eau ne donnent lieu à aucune infiltration.

» Indépendamment des nappes superficielles, il existe des nappes souterraines qu'on rencontre lorsqu'on pénètre dans l'intérieur de la terre ; ce sont elles qui alimentent les puits.

» La nappe souterraine en communication immédiate avec la Seine est ce que l'on appelle sa nappe d'infiltration. Cette nappe s'étend sous Paris, et même c'est elle qui fournit de l'eau à presque tous les puits. Ses courbes horizontales sont des lignes ondulées à peu près parallèles. Elles sont disposées symétriquement sur chaque rive de la Seine, elles vont se raccorder avec la nappe superficielle; elles se coupent d'ailleurs deux à deux sous des angles très aigus qui s'emboîtent l'un dans l'autre et qui ont leurs sommets dirigés vers l'amont. Le niveau de la nappe d'infiltration est généralement supérieur à celui de la Seine; il s'élève à mesure qu'on s'éloigne des bords du fleuve. Près de ces bords il s'abaisse jusqu'à $27^m,5$ en amont de Paris à la barrière de la Gare, et même jusqu'à $25^m,5$ en aval près de la barrière de la Cunette. Sur la rive gauche, la différence de niveau entre le point le plus haut et le plus bas de la nappe souterraine est au plus de 5^m. Sur la rive droite, cette différence s'élève presque au double. La pente moyenne à la surface de la nappe souterraine est supérieure à $0^m,001$ par mètre. Dans les parties contiguës à la Seine, elle est beaucoup plus grande et atteint même $0^m,01$. La pente moyenne de la Seine dans la traversée de Paris est seulement de 0,0002; par conséquent elle est moindre que celle de la nappe d'infiltration. Cette différence dans les pentes des deux nappes tient à ce que l'eau ne peut s'écouler qu'avec de très grandes difficultés, même à travers les terrains les plus perméables.

» La nappe d'infiltration reçoit bien l'eau d'infiltration de la Seine qui s'y répand à l'époque des crues; mais elle est surtout alimentée par les eaux provenant des collines qui environnent Paris. Les nappes souterraines qui se trouvent à un niveau supérieur y déversent aussi leurs eaux. La forme de la nappe d'infiltration dépend essentiellement de la Seine. Elle change lorsque la Seine s'élève ou s'abaisse; elle reproduit ses variations, mais elle les atténue beaucoup, même à une assez petite distance. Elle dépend également, bien qu'à un moindre degré, d'éléments constants qui sont le bassin hydrographique avec lequel elle communique, le relief du sol et la disposition des couches imperméables sur lesquelles elle repose. La nappe d'infiltration a donc une origine très complexe.

» Les îles Saint-Louis et Notre-Dame ont une nappe souterraine

distincte qui est également une nappe d'infiltration. Ses courbes horizontales sont concentriques et à peu près parallèles à leurs contours. La nappe souterraine forme donc une surface qui s'élève vers la partie centrale de chaque île et qui s'incline au contraire sur ses bords. La partie de cette nappe est d'ailleurs très considérable, car elle dépasse $0^m,01$ par mètre.

» Près de la barrière Blanche quelques puits de Paris sont alimentés par une nappe souterraine dont la cote est supérieure à 42^m. Cette nappe est toute différente de la nappe d'infiltration de la Seine : on retrouve cette dernière au-dessous, à la cote de 32^m. Près des barrières Rochechouart et de Fontarabie des nappes souterraines s'élèvent à la cote de 37^m ; elles sont également au-dessus de la nappe d'infiltration.

» La carte hydrographique montre comment s'opère l'écoulement des eaux dans les nappes souterraines. Si on considère, par exemple, la nappe d'infiltration de la Seine qui s'étend partout au-dessous de Paris, il est visible que l'eau se dirigera nécessairement d'un point plus élevé vers un point plus bas; par conséquent elle se déversera des barrières vers la Seine. Sa pente est surtout très grande sur les bords du fleuve. Ainsi, bien que cela puisse paraître paradoxal au premier abord, la Seine joue à l'égard de la nappe souterraine le rôle d'un canal de desséchement; elle détermine l'écoulement de ses eaux et elle opère le drainage de la ville de Paris.

» Les eaux qui tombent sur la surface d'un cimetière pénètrent à travers des cadavres en décomposition et se réunissent ensuite aux eaux de la nappe souterraine qui est la plus rapprochée de la surface. Malgré la filtration naturelle à laquelle elles sont soumises, qui les débarrasse rapidement de la plus grande partie des matières qu'elles tiennent en suspension, ces eaux sont nécessairement très impures et peuvent être nuisibles à la salubrité. Il était donc utile de rechercher dans quelle direction s'écoulent les eaux qui ont traversé les immenses ossuaires de Paris. Un coup d'œil jeté sur la carte suffit pour constater que le choix de l'emplacement de ces dépôts laisse à désirer; car les eaux du cimetière Montparnasse, par exemple, s'écoulent dans la nappe d'infiltration de la Seine, et il est visible qu'elles se rendent ensuite dans le fleuve en traversant une partie du faubourg Saint-Germain.

» Les indications précédentes suffisent pour montrer que la carte hydrographique de Paris permet de résoudre un grand nombre de questions importantes qui sont relatives à la salubrité, aux inondations, au drainage, à l'écoulement des eaux, à l'établissement des égouts et à l'exécution de tous les travaux souterrains. »

ZOOLOGIE. *Faune de l'Europe et du nord de l'Asie.*—M. Pucheran a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante sous le titre : *Essai de détermination du caractère faunique de l'Europe et du nord de l'Asie.*

« Dans une communication précédente, j'ai signalé que l'examen des Mammifères propres à l'Amérique du nord m'avait permis de conclure que la presque totalité de leurs genres ne présente point des membres allongés et bien développés. Cette observation indique que, dans cette région, les espèces simplement marcheuses sont en plus grande quantité que les espèces couveuses et sauteuses. Je crois cette même synthèse applicable aux faunes qui, dans l'ancien monde, sont situées au nord de l'équateur zoologique.

» Les deux ordres qui, dans la classe des Mammifères, présentent, sous le point de vue de la disposition et de la structure de leurs membres, les conditions les plus propres à la course et au saut, sont les Pachydermes et les Ruminants. Parmi les Pachydermes, le *Sus scropha ferus* est la seule espèce qui habite, à l'état sauvage, les régions tempérées ; le Chamois, les Bouquetins, le Buffle, l'Aurochs, le Renne, l'Élan, deux ou trois espèces de Cerfs s'y trouvent être les seuls représentants des Ruminants. Nous ne pouvons, même à cette occasion, citer le Moufflon, car les îles de Corse, de Sardaigne et de Crète, dont ce genre est originaire, occupent le pourtour septentrional de l'équateur zoologique. Or, au sud de cet équateur, les seuls genres d'Antilopes surpassent par leur nombre toutes les espèces de Ruminants de l'Europe et du nord de l'Asie.

» Parmi les Carnassiers, Insectivores et Rongeurs, les genres doués de membres peu allongés; les *Ursus*, *Meles*, *Gulo*, *Lutra*, *Talpa*, *Sorex*, *Mygale*, *Galemys*, *Erinaceus*, *Arctomys*, *Spermophilus*, *Lemmus*, *Siphneus*, *Spalax*, *Mus*, *Arvicola*, *Cricetus*, *Hystrix*, etc., se trouvent, à des degrés divers, représentés en Europe. Sans nul doute, cette région comprend des Car-

nassiers digitigrades, ou des Rongeurs à membres postérieurs développés pour la course ou l'acte de grimper, comme les *Lepus*, *Myoxus*, *Sciurus* et *Sciuropterus*. Mais les uns et les autres, ou sont plus ou moins cosmopolites, comme les *Mustela*, *Putorius* et *Lepus*, ou bien n'y présentent que fort peu d'espèces, quelquefois même qu'une seule, comme les *Canis*, *Vulpes*, *Gemetta*, *Herpestes*, *Sciurus* et *Sciuropterus*. En Europe, il n'existe pas de ces types comparables aux Macroscélides et aux Tapaia, parmi les Insectivores; aux Gerbille, Gerboises et Helamys, parmi les Rongeurs.

» Nous devons cependant n'appliquer qu'avec une certaine réserve ces dernières conclusions à la partie orientale de ce grand espace du globe terrestre, borné à l'ouest par l'Atlantique, à l'est par la partie septentrionale du Pacifique. Le nord-est de l'Asie, par ses déserts, offre tant d'analogie avec l'Afrique qu'on ne doit point être surpris que certains genres doués de la conformation générale des genres africains y aient poussé leurs migrations.

» Nous nous bornerons pour le moment à ces quelques détails, tout en faisant observer que nous avons mis de côté, dans ce rapide aperçu, l'ordre des Chéiroptères. Mais les espèces de cet ordre passant leur vie entière dans les airs, sont, par le développement de leur membre antérieur, dans des conditions semblables à celles qui nous sont offertes, du côté du membre postérieur, par les Mammifères sauteurs et coureurs : de même que, pour ceux-ci, les espèces en sont beaucoup plus nombreuses au sud de ce petit cercle du globe que nous désignons sous le nom d'équateur zoologique. Chez tous ces Chéiroptères, avec ce grand développement de la patte antérieure, coïncident des complications variées des appareils auditif et olfactif. Ces appareils sont plus simples dans les genres des autres ordres, mais on aurait tort de conclure que les degrés d'amplitude qu'ils peuvent offrir, principalement le premier, sont dépourvus de toute espèce de rapport avec les états divers de l'organe locomoteur. Tous ces Mammifères à membres postérieurs très allongés (Macroscélide, Gerboise, Lièvre, Hélamys, Galago, Tarsier) ont des conques auditives bien étalées : cet appareil, au contraire, n'offre que de véritables rudiments d'existence dans les Cétacés, les Phoques et autres espèces à membres atrophiés. Je n'oserai assurer ce même rapport pour le développement de la partie dé-

nudée qui borde l'ouverture des fosses nasales : cependant, en comparant les *Thiosmus* aux *Mephitis*, le *Mydaus* aux *Meles et Taxidea*, les *Nasua* aux *Procyon*, les *Zorilla* aux *Mustela* et *Putorius*, je suis porté à penser qu'il existe, entre ces divers types, certains rapprochements qui jusques-ici ont totalement été rebelles à mon observation. Je ne puis, à ce sujet, que constater ces différences, tout en exprimant le désir que d'autres zoologistes soient plus habiles que je ne l'ai été en cette circonstance. »

ENTOMOLOGIE. *Vaisseau dorsal des Insectes.* — Les observations suivantes sur le développement du vaisseau dorsal chez les Insectes ont été communiquées, dans la même séance, par M. C. Dareste.

« J'ai eu récemment occasion d'observer dans des larves d'Insectes du genre *Chironomus*, qui appartient à l'ordre des Diptères et à la famille des Tipulaires, un fait intéressant sur la formation du vaisseau dorsal.

» Le vaisseau dorsal, tel qu'il a été observé chez les Insectes parfaits et dans les larves d'Insectes, s'est toujours présenté sous la forme d'un canal contractile dans toute son étendue, et qui est séparé, par des cloisons transversales, en un certain nombre de chambres. Mais jusqu'à présent, du moins à ma connaissance, on n'a pas décrit le mode de formation de cet organe.

» En étudiant de très jeunes larves de Chironomus, un jour après la sortie de l'œuf, je me suis assuré que l'appareil circulatoire présente alors des caractères qui l'éloignent notablement de la disposition qu'il présentera un peu plus tard. En effet, dans ces jeunes larves, l'appareil circulatoire a une disposition notablement différente. L'organe circulatoire est partagé en deux parties très distinctes. Il y a à une extrémité postérieure, et limitée à l'avant-dernier anneau du corps, une partie contractile, postérieure, qui est alors le véritable cœur. Toute la partie de l'appareil circulatoire qui s'étend depuis cet anneau jusqu'aux ganglions cérébroïdes se présente sous la forme d'un vaisseau qui n'est point contractile, et qui ne présente dans son intérieur aucune paroi transversale. Ainsi l'organe appelé vaisseau dorsal chez les Insectes se présente d'abord sous la forme d'un organe complexe, dont la partie postérieure seulement représente le cœur, et dont

la partie antérieure ne remplit alors que le rôle d'un simple vaisseau.

» Je n'ai pu observer d'ailleurs ni la transformation ultérieure du vaisseau dorsal, ni son mode de formation. »

HYDROGRAPHIE. *Eaux souterraines de la ville de Paris.* — A propos de l'inondation souterraine qui se produit en ce moment, principalement dans la partie septentrionale de la ville de Paris, M. Delesse a communiqué à la Société la note suivante :

« Une inondation souterraine se produit en ce moment dans Paris. La cause de cette inondation a été attribuée par quelques personnes à ce que le canal Saint-Martin ou le grand égoût de ceinture laisseraient perdre une partie de leurs eaux. Mais ces cours d'eau coulent dans des cuvettes que l'on peut considérer comme parfaitement étanches, et, lors même qu'il en serait autrement sur quelques points, ils n'exerceraient aucune influence notable sur l'inondation actuelle de Paris. Il serait facile de le démontrer par une expérience que M. Michal a faite dès l'année 1837, lors d'une inondation analogue. Il suffirait en effet de percer l'égout de ceinture dans les quartiers inondés pour voir l'eau des caves se précipiter dans l'égoût ; l'eau des caves est donc à un niveau plus élevé que celle de l'égoût, et par conséquent ce dernier est tout à fait étranger à l'inondation.

» L'inondation qui atteint maintenant quelques quartiers au nord de Paris résulte d'une crue des nappes d'eau souterraines; elle est la conséquence naturelle des grandes quantités de pluie tombées dans ces trois dernières années et au commencement de l'année actuelle. Les eaux versées par les pluies s'infiltrent dans les côteaux qui dominent Paris ; elles obéissent à l'action de la pesanteur et elles pénètrent dans le sol, mais avec une grande lenteur, à cause du peu de perméabilité des terrains qu'elles ont à traverser : lorsqu'elles rencontrent une nappe souterraine, elles y occasionnent une crue qui est d'autant plus forte qu'elles sont plus abondantes. Cette crue existe en ce moment sur la rive droite, et elle s'est produite un peu avant sur la rive gauche. — Sur la rive gauche, la crue provient de l'eau tombée sur les plateaux de Montrouge et de Chatillon; elle ne présente d'ailleurs aucun inconvénient, parce que le niveau de l'eau est généralement à une grande

profondeur au-dessous de la surface du sol. — Sur la rive droite, la crue provient de l'eau tombée sur les côteaux de Ménilmontant, de la Villette, de la Chapelle et de Montmartre. Or, comme dans certains quartiers au nord de Paris le fond des caves se trouve à une petite distance au-dessus de la nappe souterraine, il en résulte qu'un assez grand nombre de caves sont actuellement inondées. Les parties de Paris dans lesquelles l'inondation se fait sentir sont celles qui sont au niveau le plus bas sur la rive droite ; elles bordent le cours de l'ancien ruisseau de Ménilmontant, qui a été transformé en égout de ceinture.—L'inondation qui se produit actuellement dans Paris est donc souterraine ; elle est tout à fait indépendante des crues de la Seine, dont le niveau est même assez bas en ce moment.

» A plusieurs reprises déjà des inondations souterraines se sont fait sentir à Paris. Il suffira de rappeler celles de 1740, de 1786, de 1818 et de 1837. L'année dernière, vers la fin de juin, une inondation souterraine a également envahi certains quartiers nord de Paris, et c'est à peu près à la même date que nous avons vu commencer l'inondation souterraine de 1856. Comme les inondations souterraines qui les ont précédées, celles de 1855 et de 1856 ont pour cause la quantité de pluie tombée sur les côteaux qui avoisinent Paris. D'après Girard, toutes les fois que dans l'espace de deux années consécutives la hauteur d'eau tombée atteint $1^{m},20$, les quartiers de Paris situés sur la rive droite de la Seine sont menacés d'une inondation souterraine. L'expérience ce ces deux dernières années montre que, d'après le régime actuel des eaux souterraines dans Paris, il n'est même plus nécessaire que la hauteur d'eau tombée soit aussi grande ; car cette hauteur a été de $0^{m},44$ en 1853, de $0^{m},66$ en 1854, de $0^{m},41$ en 1856. La somme des hauteurs qui a produit l'inondation de 1855 est donc seulement de $1^{m},10$, et celle qui produit en ce moment l'inondation de 1856 n'est que de $1^{m},07$. Il est vrai qu'en 1856 nous avons eu une hauteur d'eau très considérable pendant les six premiers mois de l'année, et qu'une partie des eaux tombées dans ces derniers temps peut déjà contribuer à la crue actuelle de la nappe souterraine. Il suffit d'ailleurs d'une élévation de moins d'un mètre dans le niveau de la nappe souterraine pour que les quartiers les plus bas de la rive droite de Paris aient leurs caves inondées.

» La carte hydrographique de la ville de Paris permet de suivre l'écoulement de la nappe souterraine qui produit l'inondation. Cette nappe descend en effet de la butte Chaumont, de la Villette, de la Chapelle, de Montmartre, et elle va se déverser dans la Seine. Elle ne prend pas le chemin le plus court pour se rendre dans le fleuve, mais elle suit une direction légèrement oblique qui est à peu près N. N. E.—S. S. O.

» Le peu d'étendue de cette note ne nous permet pas d'entrer dans quelques détails sur ce qu'il serait possible de faire pour parer aux inondations souterraines. Nous ferons observer cependant que l'enlèvement de l'eau des caves à l'aide de pompes ne produit qu'un assèchement momentané ; toutefois ce remède qu'on emploie maintenant dans un assez grand nombre de maisons est très utile, car il permet de retirer des caves les objets qui sont inondés.—Toute opération qui abaisserait le niveau de la Seine dans Paris, abaisserait en même temps le niveau de la nappe souterraine. Le drainage de Paris, pratiqué sur une grande échelle sur la rive droite et au moyen de tranchées dirigées suivant la ligne de plus grande pente de la nappe souterraine, produirait le meilleur effet et serait assurément le remède le plus efficace ; mais il donnerait lieu à une grande dépense. Or, les inondations souterraines ont jusqu'à présent produit peu de dégâts, et en moyenne, d'après l'ancien régime des eaux, elles ne reviennent guère qu'au bout d'une période d'une quinzaine d'années. »

PHYSIQUE. *Sur la décomposition polaire de l'eau par l'électricité de friction et de l'atmosphère.* — La note suivante contient les résultats de quelques expériences faites par M. Th. Andrews.

On sait depuis longtemps qu'on peut décomposer l'eau par l'électricité de friction en y faisant passer des étincelles électriques, des pointes métalliques très fines ; mais, comme M. Faraday l'a démontré, les phénomènes qui se présentent alors diffèrent essentiellement de ceux qui se passent dans la décomposition électrolytique ou polaire. En effet, dans cette expérience, les deux gaz provenant de la décomposition de l'eau se trouvent à chaque fil, au lieu de se rendre chacun à son propre pôle ; de plus, on n'obtient pas de résultat si un courant continu et sans étincelle passe à travers de l'eau acidulée. Le même physicien n'a pu réussir à



obtenir aucun résultat visible quand il arrangea l'expérience pour éviter les effets dus à la disruption ; il ne douta pas cependant que l'eau fût décomposée, quoiqu'il ne pût obtenir les produits de sa décomposition. En répétant cette expérience, M. Andrews n'obtint d'abord qu'un résultat négatif, aucune bulle de gaz ne se montra sur les fils. Mais, après plusieurs essais, il trouva que les deux gaz pouvaient être mis en évidence et même mesurés avec précision lorsqu'on disposait l'expérience de manière que le volume du liquide en contact avec les fils fût en rapport avec le volume des gaz. En prenant cette précaution, on évite la solution des gaz dans l'eau, ce qui est la cause des résultats négatifs qu'on a obtenus autrefois. L'appareil employé par M. Andrews consiste en deux tubes thermométriques ayant un fil de platine fondu à un bout, tandis que l'autre est ouvert. La longueur du fil dans l'intérieur de chaque tube n'est pas importante, parce que la mince couche du liquide qui mouille les parois du tube est assez bon conducteur d'électricité de si haute tension, même après que le gaz aura déplacé le liquide en contact avec le fil.

Les tubes ainsi disposés sont remplis, soit avec de l'eau pure, soit avec de l'eau acidulée, et plongés dans un bocal de verre contenant le même liquide que les tubes ; on met ensuite le fil de platine d'un des tubes en communication avec une machine électrique, et celui de l'autre avec la terre. En faisant tourner la machine, on voit bientôt dans les deux tubes de petites bulles de gaz qui se ramassent pour former des colonnes capillaires. Si les tubes ont été calibrés et gradués avec soin, on pourra voir que le gaz dans le tube en communication avec la machine a la moitié du volume du gaz qui se trouve dans l'autre. Ce rapport est même plus exact que cela n'a lieu généralement quand on décompose de l'eau par la pile dans un voltamètre de la grandeur ordinaire.

Il est bien facile de démontrer que c'est de l'oxygène et de l'hydrogène qui se produisent dans cette expérience. Si l'on renverse les communications, et si l'on met en contact avec la machine le tube qui avait été auparavant en rapport avec la terre, on aura, après quelque temps, dans les deux tubes, un mélange explosif ; il suffit alors de faire passer une étincelle électrique dans l'un ou l'autre pour qu'il se produise une petite explosion, qui donne lieu à une recombinaison des deux gaz.

Si l'on remplace le liquide dans le tube qui devait contenir de l'oxygène par une dissolution d'iodure de potassium et ensuite qu'on y fasse passer une série d'étincelles électriques, l'oxygène sera changé en ozone et absorbé totalement par la dissolution. C'est un moyen bien simple de constater la présence de l'oxygène dans un tube capillaire. Dans les conditions dans lesquelles M. Andrews a opéré, cette absorption a eu lieu en 60 secondes. Enfin, la couleur rouge d'une étincelle électrique tirée dans l'autre tube a fourni encore une preuve que le gaz qui s'y trouvait n'était autre chose que de l'hydrogène.

En arrangeant une grande série de couples de la même manière, on peut décomposer l'eau dans chaque couple par le même courant. Avec 60 couples et de l'eau acidulée, il n'y avait pas de diminution sensible dans la quantité de gaz recueillie dans les couples.

M. Andrews a soumis l'électricité de l'atmosphère à des épreuves semblables ; et, en se servant du même appareil, il a pu rendre visibles et même mesurer les gaz provenant de la décomposition de l'eau par l'électricité de l'atmosphère pendant un temps serein. L'électricité a été obtenue au moyen d'un cerf-volant attaché à un fin fil de laiton.

Les expériences ci-dessus décrites ne sont que les premiers essais que M. Andrews se propose d'entreprendre sur l'emploi des tubes capillaires dans la décomposition électrolytique des corps composés.

Séance du 9 août 1856.

EMBRYOLOGIE. *Influence de la température sur le développement du poulet.* — La note suivante a été communiquée dans sette séance par M. Dareste.

« J'avais mis 26 œufs dans un appareil d'incubation artificielle. Le troisième jour de l'expérience, la température de l'appareil, par suite d'un défaut de surveillance, tomba à 20° C. Cet événement m'avait engagé d'abord à interrompre l'expérience ; mais m'étant assuré, en brisant un des œufs, que le poulet n'avait point péri, je continuai l'incubation jusqu'au 12e jour dans les conditions normales de température (35° à 40° C.). L'examen des œufs m'a montré un fait très curieux de physiologie. Tous les poulets, à l'exception de deux, étaient vivants, comme je m'en suis assuré

par la persistance des battements du cœur ; mais les phénomènes embryogéniques avaient complétement cessé depuis le refroidissement du 3e jour. L'organisation du poulet n'avait fait aucun progrès depuis cette époque ; elle en était restée au point où elle se trouve immédiatement avant le développement de l'allantoïde, ou lorsque l'allantoïde ne se présente encore que sous la forme d'une vésicule de 2 ou 3 millimètres de largeur. L'abaissement de la température qui était arrivé le 3e jour avait eu pour effet d'interrompre complétement le travail embryogénique, sans agir d'ailleurs sur la vie du poulet.

« Je n'ai pu compléter cette observation, qui s'est présentée à moi au travers d'une tout autre série de recherches ; en effet, je n'ai pu déterminer d'une manière précise ni la température *minima* qui maintient la vie du poulet en arrêtant les développements, ni le nombre de jours pendant lesquels cette vie incomplète pourrait se continuer. Mais si les circonstances de l'observation me font défaut, le fait en lui-même me paraît démontré d'une manière incontestable, et présente un fait très curieux de physiologie. »

Séance du 8 *novembre* 1856.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a communiqué à la Société dans cette séance des observations sur les régulateurs de quelques-unes de ses machines hydrauliques, et des expériences sur le mouvement des nappes liquides. La note suivante les résume.

« Quand le bief supérieur d'une machine hydraulique mise en mouvement par une chute d'eau a très peu d'étendue, si le débit du cours d'eau n'est pas constant, il arrive souvent, comme tout le monde le sait, que cette machine hydraulique s'arrête au bout de peu de temps. Il y a de petits moulins qui, pendant l'été, marchent si peu de temps que, s'il s'agissait d'une machine nouvelle, on pourrait croire au premier aperçu que c'est la faute du principe. Ainsi, quand j'ai fait des expériences, en n'ayant pour bief d'amont qu'un vase d'une trop petite section, on a pu en tirer des conséquences de ce genre entièrement inexactes. Or, voici comment les choses se passent, quand on n'emploie pas de régulateur proprement dit, pour ceux des appareils de mon invention, où l'écoulement alternatif de l'amont à l'aval s'arrête quand l

succion, à chaque période, a atteint une certaine force fonction de la vitesse acquise.

» Si le niveau de l'eau dans le bief d'amont dépasse une certaine hauteur, il faut un *trop plein* pour que la machine ne s'arrête pas, dans les circonstances où cet exhaussement de niveau empêche un certain mouvement de retour, pour lequel je renvoie à mes diverses communications.

» Si le niveau de l'eau dans le bief d'amont descend, la machine continue à fonctionner d'elle-même, jusqu'à ce que la chute soit trop diminuée pour ne plus pouvoir engendrer la vitesse nécessaire. Or, il y a beaucoup de circonstances où les choses peuvent se passer de cette manière sans inconvénient, quand le bief d'amont a une certaine étendue, comme cela a lieu ordinairement pour les petits cours d'eau utilisés dans les irrigations par machines. On est alors dans le cas des petits moulins qu'il faut bien arrêter quand leur bief d'amont est vide.

» Il est d'ailleurs intéressant d'observer que les appareils dont il s'agit peuvent marcher en général bien plus longtemps que ces moulins. Il résulte même du rapport, fait au nom d'une commission, par un ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, qu'un de mes systèmes vide un sas de navigation presque jusqu'au fond, en relevant une partie de l'eau au bief supérieur.

» Mais je conviens que, dans les cas ordinaires des irrigations, il peut y avoir un inconvénient sérieux à être obligé de laisser baisser le niveau d'amont, surtout quand l'appareil en tire l'eau pour l'élever à une plus grande hauteur. Cet inconvénient et celui des chances d'arrêt, dans le cas contraire, celui de l'exhaussement du niveau d'amont, quand on ne veut pas perdre d'eau par un *trop plein*, peuvent être évités au moyen d'un flotteur sans l'addition d'aucune pièce mobile.

» Ce flotteur étant lié à un tube mobile ou à une soupape qui en tient lieu, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un balancier, si l'on veut pouvoir mieux graduer son action, doit, dans tous les cas, pouvoir se plonger dans l'eau du bief supérieur ou dans un réservoir en communication avec ce bief, et, en général, avec une partie de ce bief où les variations du niveau seront les moindres possibles, à moins qu'on ne veuille profiter de ces variations pour contribuer au jeu du tube mobile ou de la soupape, en

obtenant une levée *moyenne* plus grande, comme on l'expliquera dans une communication ultérieure, sur les étranglements et les déviations de filets liquides.

» Pour bien comprendre l'utilité de ce régulateur, il suffit de se souvenir que, dans les divers appareils dont il s'agit, tels que je les ai présentés, sans rien changer ni aux contre-poids, ni aux flotteurs qui en tiennent lieu, une levée plus grande du tube mobile, ou de la soupape, quand on emploie une soupape, correspond à une augmentation de débit de l'appareil. Or, il résulte des expériences un fait d'ailleurs bien facile à expliquer.

» Si, le niveau d'aval ne variant pas, la chute motrice diminue, l'appareil tend à débiter plus d'eau, ce qui est au reste une bonne condition relativement à diverses circonstances, et si, au contraire, la chute augmente, le débit de l'appareil tend à diminuer. Il est évident qu'il doit en être ainsi, puisqu'il faut d'autant plus d'eau pour engendrer la même vitesse dans un même tuyau fixe que la chute motrice est moindre.

» Or, si le niveau s'élève dans le bief d'amont, le flotteur lié à la pièce à soulever pour l'écoulement de l'eau motrice, l'élève d'autant plus, qu'il faut précisément débiter plus d'eau pour ramener le niveau vers son état normal. Dans le cas contraire, la baisse du niveau d'amont occasionnant, par l'effet du flotteur, une diminution de débit, tend à ramener aussi ce niveau vers son état normal. On conçoit que cela ne doit se faire que dans certaines limites, d'ailleurs assez étendues, dans lesquelles on peut varier les levées sans beaucoup d'inconvénient quant à l'effet utile. Si le niveau d'aval s'exhausse, on conçoit comment celui d'amont peut varier d'après ces principes. Au delà de certaines limites, il est clair que le tuyau fixe ne peut pas augmenter son débit par suite d'une augmentation de son orifice d'introduction. Mais alors les choses peuvent être réglées de manière que cet orifice reste de lui-même constamment ouvert, pour débiter toute l'eau de la rivière comme par une sorte de barrage mobile.

» Lorsqu'au contraire le débit de la rivière diminue, la levée alternative du tube mobile ou de la soupape qui en tient lieu peut être extrêmement diminuée, de manière que l'appareil, sans s'arrêter, ne débite que très peu d'eau, en marchant avec lenteur, comme par un faible mouvement de respiration très régulier.

Enfin la baisse du niveau d'amont est, au delà d'une certaine limite, une cause d'arrêt et de barrage complet. Ces appareils peuvent donc être considérés comme de véritables barrages mobiles se réglant eux-mêmes. Si le flotteur offre des surfaces assez prolongées au-dessus du niveau ordinaire, il y a lieu d'espérer que ce système résoudra un problème intéressant pour l'agriculture, en présentant une machine susceptible d'utiliser les moindres cours d'eau les plus variables, par de véritables éclusées se réglant sans qu'on y touche.

» Ces diverses recherches m'ont donné occasion de faire des expériences variées sur le mouvement des nappes liquides divergentes, résultant de ce qu'une veine circulaire, sortant d'un tube cylindrique, rencontre un tube fixé sur le même axe à certaines distances de l'orifice du premier tube. On pouvait craindre qu'un changement brusque de direction des filets liquides ne fût une cause de perte considérable de force vive, d'après ce qui se passe dans les coudes à angle droit brusque expérimentés par S'gravesande et Venturi, et qu'il n'en résultât pour une partie de mes appareils un défaut difficile à vaincre, à moins de sacrifier quelque chose de leur simplicité. Mais il n'en est pas ainsi ; en effet, si l'on conçoit la veine liquide comme composée de couches concentriques, il est facile de voir que celles qui contiennent le plus de liquide étant celles qui sont le plus près des bords de l'orifice sont précisément celles qui ont le moins à dévier pour sortir. Aussi, dans les circonstances les plus analogues à celles du jeu de mon appareil à tube oscillant sans autre pièce mobile, la perte de hauteur due à une vitesse moyenne constante est comprise entre un cinquième et un sixième de cette hauteur due, et elle pourra sans doute être encore moindre. Je regarde donc comme probable que cet appareil doit pouvoir être réglé de manière à donner un effet utile aussi grand que mon appareil hydraulique à flotteur oscillant, où la succion se fait par un autre principe. Cet effet utile dépend beaucoup de la quantité d'eau que la source peut fournir à une machine de dimensions données. Je reviendrai sur les divers phénomènes des nappes liquides dans leurs rapports avec les formes de certaines surfaces dans mes appareils. »

PHYSIQUE. — M. Léon Foucault a communiqué à la Société, dans la même séance du 8 novembre, de nouveaux détails sur les

effets produits par l'interrupteur à mercure. Voici ce qu'il a dit à ce sujet.

« Pour tirer le meilleur parti possible de l'interrupteur à mercure appliqué aux machines d'induction, j'ai été conduit à augmenter considérablement la surface du condensateur destiné à recevoir et à réfléchir l'extra-courant sur lui-même. Peu à peu j'en suis venu à employer comme armatures une série de lames d'étain dont la surface totale est de six mètres carrés. A mesure qu'on développe ainsi les surfaces de condensation, on favorise la production d'un bruit qui n'avait pas encore été signalé et qui pourtant est susceptible d'acquérir une intensité extraordinaire.

» Chaque fois que l'extra-courant se décharge dans le condensateur, il fait naître un bruit de choc dont l'intensité croît avec l'étendue superficielle des armatures; comme d'ailleurs l'interrupteur à mercure exécute des vibrations isochrones, il en résulte que la succession des bruits dans le condensateur forme un son d'une force et d'une gravité remarquables. Si l'on transporte le condensateur dans une pièce éloignée de celle où fonctionne l'interrupteur, on peut étudier isolément le son qu'il est capable de rendre et qui éclate aussitôt qu'on établit la communication avec le conducteur d'extra-courant. »

Séance du 15 novembre 1856.

CHIMIE. *Sous-acétate de lanthane iodé.* — M. A. Damour a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante.

« Tout le monde connaît la propriété que possède l'amidon d'être coloré en bleu par l'iode : j'ai reconnu que cette propriété appartient également au sous-acétate de lanthane récemment précipité de sa dissolution acétique. Pour obtenir cette coloration, on opère ainsi qu'il suit : — On dissout l'oxyde ou le carbonate de lanthane dans un excès d'acide acétique ; on étend la dissolution acide avec beaucoup d'eau et on la sursature à froid par de l'ammoniaque caustique. Le sous-acétate de lanthane se précipite en flocons gélatineux, demi-transparents, qui restent pendant quelque temps en suspension dans la liqueur ammoniacale. Dès qu'il commence

à se déposer, on le recueille sur un filtre, on le lave à l'eau froide, et lorsque la majeure partie de l'acétate ammoniacal est enlevée par le lavage, on projette à la surface de la matière restée sur le filtre quelques fragments d'iode. Une couleur violacée d'abord, puis bleue foncée, apparaît alors presque instantanément au point de contact des grains d'iode et s'étend de proche en proche dans toute la masse de l'hydrate gélatineux. On peut activer cet effet de coloration en versant de l'alcool par dessus l'iode qui se trouve dissous et pénètre ainsi plus rapidement à travers la masse gélatineuse, qu'on lave ensuite à l'eau froide sans craindre d'altérer sa couleur bleue.

» Le sous-acétate de lanthane iodé conserve sa couleur bleue foncée en se desséchant à froid : cette couleur disparaît lorsqu'on chauffe la matière à $+80°$; elle prend alors une teinte blanc-jaunâtre ou jaune-brunâtre sur quelques points, en conservant une notable proportion d'eau qui ne se dégage qu'à une température beaucoup plus élevée. Lorsqu'on chauffe dans un tube de verre, à la température du rouge naissant, le sous-acétate de lanthane déjà desséché et décoloré à $+80°$, la matière laisse dégager une quantité notable d'eau ; elle blanchit d'abord, puis se carbonise en prenant une couleur noire foncée. Lorsqu'on la fait rougir au contact de l'air, elle devient brune et dégage l'odeur particulière à la vapeur d'iode qui devient plus sensible au moment où elle cesse d'être incandescente. Nous nous réservons d'étudier le composé qui se produit dans ces circonstances.

» Le sous-acétate de lanthane iodé, étant amené à l'état pâteux par une dessiccation incomplète, se délaie facilement dans l'eau et s'y maintient en suspension à un état d'extrême division, de manière à colorer la liqueur en bleu d'indigo foncé : la couleur bleue disparaît par l'effet d'une ébullition prolongée de la liqueur. Le sous-acétate de lanthane reprend alors la couleur blanchâtre qui lui est propre. Si l'on ajoute de l'iode et une faible quantité d'ammoniaque à la liqueur tenant en suspension le sel décoloré, la couleur bleue apparaît de nouveau et il se dépose des flocons bleus de sous-acétate de lanthane iodé.

» Les acides acétique, chlorhydrique, nitrique et sulfurique, ajoutés à la liqueur bleuie par le sous-acétate de lanthane iodé, font

disparaître la couleur : le même effet est produit par l'ammoniaque caustique mise en excès.

» Pour obtenir la coloration bleue du sous-acétate de lanthane par l'iode, il est nécessaire que l'oxyde de lanthane soit bien séparé de l'oxyde de cérium auquel il est constamment associé dans le règne minéral. La dissolution acétique de l'oxyde que j'ai employé dans cette opération présentait une légère teinte de rose : il est probable qu'elle renfermait un peu d'oxyde de didyme.

» Le sous-sels de lanthane, précipités par l'ammoniaque de leurs dissolutions chlorhydrique, nitrique, sulfurique et iodhydrique, ne se colorent pas en bleu par l'iode : je n'ai obtenu cette coloration qu'en précipitant l'oxyde de sa dissolution acétique.

» L'alumine, l'yttria, l'oxyde de cérium, traités de la même manière, ne se colorent pas en bleu par l'iode : ces oxydes prennent seulement une teinte jaune plus ou moins foncée. Doit-on voir dans cette coloration du sous-acétate de lanthane par l'iode une véritable combinaison des deux substances, ou bien une simple diffusion de l'iode entre les molécules du sel gélatineux ? Cette dernière opinion paraît assez vraisemblable si l'on considère la facilité avec laquelle la couleur bleue disparaît par l'action d'une chaleur modérée qui volatilise l'iode, et si l'on remarque que cette couleur est identique à celle que l'iode communique à l'amidon.

» Depuis l'époque où j'ai fait, pour la première fois, ces observations, nous avons commencé, M. Henri Deville et moi, une série de recherches sur les propriétés du cérium, du lanthane, du didyme et de leurs composés : j'aurais désiré que l'exposé des faits que je viens de mentionner fût compris dans l'ensemble de notre travail ; mais M. Deville ayant voulu que ces observations fussent consignées à part et les ayant déjà présentées, dans ses cours à la Sorbonne, comme étant le résultat d'expériences qui me sont personnelles, j'ai dû me décider à les communiquer dès ce moment à la Société philomathique. »

MINÉRALOGIE. *Grenat mélanite.*—Dans la même séance du 15 novembre, M. A. Damour a fait aussi la communication suivante :

« Dans son Traité de minéralogie, Beudant divise le groupe des grenats en quatre espèces types bien distinctes, qu'il désigne sous les noms suivants :

Le grossulaire : $2\ SiO^3 + Al^2O^3 + 3\ CaO$

L'almandine : $2\,SiO^3 + Al^2O^3 + 3\,FeO$
Le spessartine : $2\,SiO^3 + Al^2O^3 + 3\,MnO$
Le mélanite : $2\,SiO^3 + Fe^2O^3 + 3\,CaO$

» A ces quatre espèces il faut en ajouter une cinquième, l'*ouwarowite* ou grenat à base d'oxyde chromique $2\,SiO^3 + Cr^2O^3 + 3\,CaO$, dont la composition n'était pas bien connue à l'époque où Beudant a écrit son Traité.

» Ces cinq espèces, par leurs mélanges ou par la substitution et l'échange de leurs bases en diverses proportions, donnent naissance à des variétés en nombre infini.

» Les échantillons qui représentent chacune de ces espèces types présentent des caractères assez nets lorsqu'ils ne renferment que peu ou point de mélanges, condition qui, du reste, ne se rencontre que rarement. — Ainsi le grenat *grossulaire* est blanc ou faiblement coloré en verdâtre ou en jaune orangé ; il fond aisément au chalumeau en un verre non magnétique ; il est attaqué par les acides. L'*almandine* montre des teintes rouges ou violettes plus ou moins foncées, il n'est pas attaqué par les acides, et il donne, par la fusion au chalumeau, un verre noir faiblement magnétique. C'est à cette espèce qu'on peut rapporter les beaux grenats employés dans la bijouterie. Le *spessartine* est faiblement coloré en jaune orangé ; il fond en scorie noire non magnétique et donne avec le borax ou le sel de phosphore, au feu d'oxydation, la couleur violette qui caractérise l'oxyde de manganèse. Le *mélanite*, qui tire son nom de la couleur noire observée sur certains échantillons qu'on a considérés comme types de l'espèce, présente une densité un peu supérieure à celle des autres grenats, et fond aisément au feu de réduction en donnant un verre noir fortement magnétique. Enfin l'*ouwarowite* se distingue par sa belle couleur verte.

» En faisant divers essais sur un assez grand nombre de grenats dont je voulais opérer le classement, je fus surpris de voir que le grenat noir de Frascati, qui avait servi de type à Beudant pour établir l'espèce *mélanite*, donnait par la fusion à la flamme réductrice du chalumeau un verre noirâtre très faiblement magnétique. Il me parut intéressant d'en refaire l'analyse : je l'ai trouvé composé ainsi qu'il suit :

		Oxygène.		Rapports.
Silice	9,3584		0,1861	2
Alumine	0,0624	0,0292	0,0985	1
Oxyde ferrique	0,2312	0,0693		
Chaux	0,3272	0,0930	0,0970	1
Magnésie	0,0104	0,0040		
Oxyde de titane	0,0104			
	1,0000			

A part l'oxyde de titane dont la présence n'avait pas encore été signalée dans les grenats, cette analyse s'accorde avec celles déjà bien anciennes de Vauquelin et de Karsten. Je crois que c'est à la présence du titane, soit à l'état d'oxyde, soit à l'état de fer titané qu'il convient d'attribuer la couleur noire du grenat de Frascati. La proportion d'alumine que renferme ce grenat ne permet pas de le considérer comme le véritable type du mélanite, ou grenat à base d'oxyde ferrique, bien que la proportion de cet oxyde qui entre dans sa composition autorise cependant à le classer à la suite et comme variété de l'espèce que je viens de nommer.

» J'ai analysé ensuite un autre grenat qui présente à un très haut degré la propriété de devenir magnétique au feu de réduction. Ce grenat provient des environs de Zermett en Valais; il est d'un vert pâle tirant sur le vert bouteille; sa densité est de 3,85. Il se montre en cristaux dodécaèdres ou en petits grains amorphes, demi-transparents, engagés dans une asbeste blanche à fibres contournées. Il contient :

		Oxygène.		Rapports.
Silice	0,3603		0,1870	2
Oxyde ferrique	0,3005	0,0900	0,0958	1
Alumine	0,0124	0,0058		
Chaux	0,3214	0,0914	0,0935	1
Magnésie	0,0054	0,0021		
	1,0000			

Ce dernier, par sa composition, représente mieux que celui de Frascati le type de grenat à base d'oxyde ferrique. Il ne contient pas de titane et sa couleur ne présente aucune teinte de noir. On peut rapporter à ce type les échantillons de grenats dont la couleur est vert bouteille ou vert jaunâtre, ayant une densité d'environ 3,80 et qui donnent au feu de réduction un verre fortement magnétique.

» Bien que le nom de *mélanite* ne convienne guère à une

espèce dont la couleur est habituellement jaune ou verte, on peut toutefois conserver ce nom, pourvu qu'on veuille bien le considérer comme n'indiquant pas un caractère distinctif, mais comme désignant simplement l'espèce grenat à base d'oxyde ferrique. »

Séance du 22 novembre 1856.

Botanique. *Observations sur la structure et la végétation du* Neottia Nidus avis. — Sous ce titre M. E. Prillieux a communiqué à la Société dans cette séance la note suivante :

« La plante qui fait le sujet de la présente communication est une des plus singulières de la famille des Orchidées. Elle n'est pas rare dans certains bois des environs de Paris. Vers le mois de mai elle pousse au-dessus du sol une sorte de tige qu'un ancien botaniste, Tragus, comparait assez bien à une asperge couleur de bois. Cette tige, qu'on peut appeler plus exactement une hampe, est terminée par une grappe de fleurs. Elle ne porte jamais de feuilles parfaites colorées en vert, mais seulement des gaînes pâles et décolorées. Les fleurs, la hampe et les feuilles sont toutes également d'une nuance pâle et uniforme qui se rapproche de la couleur de l'amadou. — Les feuilles sont dépourvues non-seulement de matière verte, mais aussi de ces pores de l'épiderme qu'on a appelés des stomates et auxquels on a attribué un rôle important dans la respiration des plantes.

» Si l'on fouille le sol autour de la plante de manière à en mettre à nu les parties souterraines, on voit qu'à une profondeur plus ou moins considérable la hampe se recourbe en crosse, puis disparaît au milieu d'un paquet de racines charnues blanchâtres, dont l'ensemble a été comparé, par les anciens botanistes, au nid d'un oiseau. Ce paquet de racines est parcouru dans toute sa longueur par un axe (tige souterraine ou rhizome), dont la hampe est le prolongement. C'est de la surface de ce rhizome que naissent les racines. Souvent, au moment de la floraison, l'extrémité postérieure du rhizome est entièrement pourrie, mais parfois, et cela n'est pas bien rare, on voit qu'elle se termine en une pointe recourbée qui a la forme d'une corne très courte. Cette partie terminale ne porte pas de racine. Sa structure, différente de celle du reste du rhizome, offre la plus grande analogie avec celle que

j'ai observée dans des embryons germant de plusieurs Orchidées. Aussi, bien que je n'aie pas assisté à la germination des graines du *N. Nidus avis*, je ne doute pas que la pointe terminale du rhizome ne soit l'axe embryonnaire.

» Je ne crois pas devoir entrer ici dans l'exposition détaillée de la structure anatomique du rhizome et de la hampe ; je ferai remarquer seulement que la partie ascendante de la tige (hampe) présente une structure différente de celle de la tige traçante (rhizome). La première est d'une plus grande simplicité. On n'y distingue pas comme dans la seconde plusieurs couches de cellules offrant des particularités tranchées ; en outre, son système ligneux est formé seulement de faisceaux isolés disposés en cercle, tandis que dans le rhizome on observe un anneau complet de tissu fibro-vasculaire, et, à l'intérieur de l'anneau, des faisceaux isolés. J'ajouterai que dans des plantes voisines, et en particulier dans l'*Epipactis palustris*, les bourgeons s'allongent en longs rhizomes et offrent, dès leur formation, des éléments anatomiques groupés comme on le voit au rhizome adulte et non disposés comme dans la hampe.

» Le rhizome du *N. Nivus avis* porte plusieurs feuilles réduites à de courtes gaînes que les racines déchirent le plus souvent en se développant, mais dont on retrouve aisément la trace quand on enlève toutes les racines. Ces derniers organes ont un aspect très singulier : ils sont presque cylindriques, mais plutôt renflés en massues qu'effilés à leur extrémité ; leur surface est lisse et non couverte de poils radicaux comme on en voit dans la plupart des autres plantes ; ils sont parcourus par un seul faisceau fibro-vasculaire dans lequel les vaisseaux sont disposés irrégulièrement et non en cercle, de telle manière qu'on n'y peut admettre un anneau enveloppant une sorte de moelle comme dans les Ophrydées.

» Une partie des feuilles du rhizome et les plus inférieures de la hampe portent des bourgeons. La disposition de ces bourgeons doit être notée : ils sont placés de profil par rapport à leur feuille-mère (feuille à l'aisselle de laquelle ils se trouvent), tandis que dans les Ophrydées, par exemple, les feuilles du bourgeon sont placées vis-à-vis de la feuille-mère, la première adossée à la tige, la seconde en face, et ainsi de suite. Dans les Ophrydées, le plan

qui passe par le dos des feuilles de la plante coupe aussi par la moitié les feuilles des bourgeons; dans les Neottiées le plan passant par les feuilles du bourgeon croise à angle droit celui qui traverse les feuilles de la plante-mère.

» La plupart des bourgeons du *N. Nidus avis* ne se développent pas; un ou deux, quelquefois, poussent, mais alors ils prennent un très rapide accroissement et se terminent par une grappe de fleurs presque en même temps que l'axe principal. Après la floraison la plante meurt presque toujours, de telle façon que le *N. Nidus avis*, au lieu d'être vivace comme toutes les autres Orchidées, est seulement monocarpique. Toutefois la plante trouve, comme les autres, dans ses organes de végétation, des moyens de se perpétuer et de se propager. La tige meurt tout entière, mais les racines jouissent de la propriété singulière de reproduire le végétal. Quand elles semblent avoir atteint toute leur croissance, vers le moment de la floraison, plusieurs d'entre elles produisent a leur extrémité un petit mamelon sur lequel paraissent bientôt des feuilles naissantes. Puis le mamelon terminé ainsi par un bourgeon s'allonge et prend tous les caractères du rhizome sur lequel naissent de nombreuses racines disposées comme celles qui couvrent tout le rhizome de la plante adulte. Pendant que ces organes se forment, la plante mère s'est pourrie, et la décomposition a mis en liberté toutes ses racines. Dès lors, les jeunes plantes nées des racines se développent isolément, croissant toujours par la partie antérieure et produisant successivement plusieurs entrenœuds couverts de racines, sans qu'aucune de leurs parties atteigne la surface du sol et soit exposée à la lumière. Ce n'est qu'après avoir ainsi végété au moins durant une année dans l'obscurité que les plantes allongent dans l'air leurs hampes pâles et décolorées qui se couvrent de fleurs et bientôt se dessèchent, tandis que la souche épuisée par ce suprême effort meurt et pourrit dans la terre.

» L'aspect singulier du *N. Nidus avis* l'a fait depuis bien longtemps comparer à l'Orobanche et aux végétaux analogues qui vivent aux dépens d'autres plantes sur les racines desquelles ils sont fixés. Le *N. Nidus avis* est-il ainsi véritablement parasite ? Beaucoup d'auteurs l'ont cru, mais personne à ma connaissance

(ni Bowman, ni Brandt, ni Irmisch) n'a pu constater la moindre adhérence de ses racines à celles d'autres plantes. J'ai lavé avec soin un grand nombre de souches sans pouvoir découvrir aucune preuve du parasitisme que l'on suppose exister. Toutes mes observations me conduisent au contraire à nier, avec tous ceux qui ont étudié le *N. Nidus avis* avec soin, le parasitisme de cette plante. L'inutilité des efforts que l'on a faits jusqu'ici pour la cultiver semble fournir un argument aux partisans de l'opinion contraire. C'est à tort cependant, car toujours on a planté des pieds en fleurs, c'est-à-dire des pieds qui allaient mourir. Je pense que si l'on enlevait des plantes durant leur vie souterraine et si on les replantait avec soin, on pourrait avoir grand espoir de les voir fleurir dans un jardin au commencement de l'année suivante. Il serait à désirer que des personnes habituées à la difficile culture des Orchidées tentâssent cet essai qui serait probablement couronné de succès. »

Erpétologie. *Serpents.* — M. Aug. Duméril a communiqué à la Société un fait nouveau relatif à l'anatomie du système dentaire des Serpents et dont il doit la connaissance à M. Bleeker. Ce zoologiste qui, en sa qualité d'officier supérieur de santé au service de la Hollande, est fixé depuis un certain nombre d'années à Batavia, est bien connu des naturalistes par ses publications sur la faune ichthyologique des îles de l'archipel indien. Ses études ont porté également sur les Reptiles de ces pays, et il a eu l'occasion d'observer un Serpent venimeux qui présente une disposition du système dentaire jusqu'alors inconnue.

On sait que les Ophidiens armés de dents à venin forment trois groupes. Chez les uns, les os maxillaires supérieurs très réduits ne portent que deux longs crochets creux parcourus par le canal vénénifère et sillonnés à leur pointe, qui est taillée en bec de plume. Ce sont les Vipériens, les Crotaliens, c'est-à-dire les plus redoutables de tous. M. C. Duméril les a nommés *Solénoglyphes*, voulant rappeler ainsi et le canal et le sillon dont ces crochets sont parcourus. Il s'est servi de la dénomination de *Protéroglyphes* pour désigner les Serpents qui, comme les Najas ou Serpents à coiffe, les Elaps et les espèces marines à queue comprimée en forme de rame, ont, à l'extrémité antérieure des os maxillaires moins raccourcis que chez les précédents, des crochets simplement sillonnés à leur face antérieure, mais non canaliculés. Der-

rière ces longues dents, chez quelques espèces, il y en a d'autres qui sont semblables à celles des Couleuvres. Enfin, parmi les Ophidiens colubriformes, il y en a dont la série de dents sus-maxillaires est terminée, de chaque côté, par une dent sillonnée, plus longue que les autres, destinée à conduire le venin sécrété par une glande située au-dessus de leur base. Cette disposition, signalée par M. Schlegel, et bien étudiée par M. Duvernoy, a été trouvée dans les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris sur un nombre considérable de Serpents qui, réunis par M. C. Duméril, à cause de ce caractère anatomique important, en un sous-ordre, ont reçu de lui le nom d'*Opisthoglyphes*.

Or, l'observation de M. Bleeker nous apprend que cette dernière dent, placée ainsi à la suite des dents ordinaires, peut se présenter sous la forme d'un crochet semblable, pour la structure, à celui des Vipériens. Il a constaté, en effet, que, dans le Serpent nécessairement considéré par lui comme le type d'un genre nouveau et qu'il a nommé *Solenodon phaiosoma*, les maxillaires supérieures, en arrière des petits crochets lisses, portent une dent très longue, perforée par un canal dans toute l'étendue de sa base.

Il semble donc évident, d'après cette particularité remarquable signalée par le zoologiste hollandais, qu'il devient nécessaire d'admettre, parmi les Ophidiens venimeux, un quatrième sous-ordre caractérisé par la présence de dents à venin canaliculées, situées à l'extrémité postérieure des os sus-maxillaires.

Séance du 13 decembre 1856.

MÉCANIQUE. *Résistance des solides.*—M. de Saint-Venant a communiqué dans cette séance divers résultats élémentaires pouvant servir au prompt calcul *des moments d'inertie et des positions des axes principaux des surfaces planes*, telles que les sections transversales des pièces solides fléchies, et *pour apprécier à sa juste valeur l'influence des nervures* sur les résistances à la flexion et à la rupture par flexion *à égale quantité de matière* des pièces prismatiques qui y sont soumises.

Une figure polygonale étant, dit-il, décomposée en triangles et

en parallélogrammes, ou bien en trapèzes formés par leur réunion, désignons généralement par ω la superficie d'une de ces figures partielles :

1° Si c'est *un trapèze*, son moment d'inertie autour d'un des côtés non parallèles est, en désignant par y, y' les distances, à ce côté, des deux sommets opposés :

$$\omega\,\frac{y^2+y'^2}{6},$$

expression qui, en faisant, soit $y'=0$, soit $y=y'$, donne comme cas particuliers celles connues du moment d'un triangle ou d'un parallélogramme autour d'un de ses côtés.

2° Si c'est un triangle dont les trois angles sont à des distances y, y', y'' d'une droite quelconque tracée dans son plan, le moment d'inertie autour de cette droite est

$$\frac{\omega}{6}\,(y^2+y'^2+y''^2+y'y''+y''y+yy'),$$

l'aire du triangle étant $\omega=\frac{1}{2}\,(x'y''-x''y'+x''y-xy''+xy'-x'y)$ comme l'on sait.

3° Et le moment d'inertie du même triangle autour d'une parallèle à la même droite, cette parallèle étant menée par son centre de gravité, a pour expression

$$\frac{\omega}{18}\,(y^2+y'^2+y''^2-y'y''-y''y-yy'),$$

comme il est facile de voir au moyen de la précédente et du théorème connu

$$I'=I+\omega d^2,$$

qui lie le moment d'inertie I' autour d'une droite passant à une distance d du centre de gravité d'une figure, et son moment d'inertie I autour d'une parallèle tirée par ce centre.

Mais, d'après ce qu'on a vu à la séance du 8 juillet 1854 (*l'Institut*, 1re section, n° 1089, 15 novembre 1854), pour déterminer généralement la flexion d'une pièce, ainsi que le plan dans lequel elle fléchit et qui peut être différent du plan dans lequel un couple la sollicite à fléchir, il faut déterminer d'abord la position des axes principaux d'inertie de sa section transversale ω, ce qui exige, comme l'on sait, le calcul, non-seulement de ses

moments d'inertie $I=\int v^2 d\omega$, $I'=\int u^2 d\omega$ autour d'axes coordonnés arbitraires des u et des v, mais encore de l'intégrale

$$K = \int uv d\omega$$

étendue comme la précédente à toute la surface de la section. Or.

1° L'intégrale $K=\int uvd\omega$ est nulle pour un rectangle dont les côtés sont parallèles aux axes des coordonnées u et v si l'origine est à son centre, ou si, seulement, l'un des deux axes passe par ce centre.

2° Pour un triangle rectangle dont le centre de gravité est à l'origine ou seulement sur un des deux axes supposés parallèles aux côtés de l'angle droit, on a, ω étant son aire

$$K = \mp \frac{\omega^2}{18}$$

le signe supérieur — devant être pris quand les sens des u, v positifs sont ceux des côtés de l'angle droit pris à partir de cet angle, ou leur sont tous deux opposés, et le signe inférieur $+$ devant être pris quand un seul des deux demi-axes positifs a le même sens que le côté qui lui est parallèle.

3° L'intégrale $K'=\int uvd\omega$ relative à une figure quelconque dont le centre de gravité a les coordonnées $u=a$, $v=b$, est liée à celle K pour la même figure par rapport à des axes parallèles dont un au moins passe à ce centre, par la relation

$$K'=K+\omega ab.$$

En se servant de ces théorèmes, on calcule très facilement les moments d'inertie et l'intégrale $\int uvd\omega$ pour toute figure convenablement décomposée, et, par suite, au moyen des formules connues, la position des axes principaux et la valeur des moments d'inertie principaux.

Dans la seconde partie de cette communication, qui est relative à l'influence des nervures ou côtes saillantes, M. de Saint-Venant fait observer que leur addition aux pièces prismatiques carrées ou aux pièces cylindriques n'augmente pas toujours la résistance à la flexion ou à la rupture par flexion, *à égale quantité totale de matière*, et qu'elle la diminue très souvent entre certaines limites.

Bornons-nous en effet, dit-il, aux pièces à quatre nervures, comme celles dont on se sert pour les arbres tournants de machi-

nes, et dont les sections ont leurs moments d'inertie égaux autour de toutes les droites qui y sont tracées par le centre de gravité ; et rappelons que les résistances à la flexion et à la rupture par flexion sont mesurées respectivement par I et par $\frac{I}{v'}$, I étant le moment d'inertie de la section, et v' la distance, à l'axe de ce moment, du point de la section qui en est le plus éloigné.

Pour évaluer ces deux sortes de résistances à égale quantité de matière, ou *à égale superficie de la section* ω, et pour apprécier ainsi l'influence de la *forme* de la section sous ce double rapport, il faut calculer les quotiens $\frac{I}{\omega^2}$ et $\frac{I}{v'\omega^{\frac{3}{2}}}$, purement numériques puisque I est du quatrième degré et $\frac{I}{v'}$ du troisième. Or,

1° Pour une section en *simple croix d'équerre,* dont les deux doubles bras ont une longueur a et une épaisseur e, en sorte que $\omega = 2ae - e^2$, $v' = \frac{1}{2}\sqrt{a^2+e^2}$, $I = \frac{ae^3}{12} + \frac{ea^3}{12} - \frac{e^4}{12}$ on trouve, lorsque

$\frac{a}{e}$	$\frac{I}{\omega^2}$	$\frac{I}{v'\omega^{\frac{3}{2}}}$
$\frac{a}{e} = 1$ (simple carré),	$\frac{I}{\omega^2} = \frac{1}{12} =$ 0,0833,	0,11765
1,2	0,0820	0,1242
1,5	0,0807	0,1268
1,8	0,0818	0,1280
2,0	0,0833	0,1291
3	0,0967	0,1367
4	0,1139	0,1462

La résistance spécifique à la rupture par flexion augmente constamment à mesure que le rapport $\frac{a}{e}$ de la longueur du double bras à l'épaisseur augmente ; mais la résistance $\frac{I}{\omega^2}$ à la flexion élastique n'augmente qu'après avoir diminué et être redevenue, pour $\frac{a}{e} = 2$, la même qu'elle était pour $a = e$, ou pour le simple carré. On voit,

au reste, que l'augmentation de la deuxième espèce est peu rapide, et il faut que le rapport $\frac{a}{e}$ atteigne $3\frac{1}{2}$ pour que cette résistance $\frac{I}{v'\omega^{\frac{3}{2}}}$ à la rupture par flexion d'une pièce à section en croix atteigne la valeur $0,141047 = \frac{1}{4\sqrt{\pi}}$ qu'elle a dans une pièce cylindrique ou à section circulaire.

2° Pour une section carrée avec quatre nervures en prolongement des deux médianes, on a, b étant le côté du carré servant de noyau, a la longueur d'une double nervure y compris la largeur de ce noyau, et e l'épaisseur des nervures, $I = \frac{1}{12}[b^4 + (a-b)e^3 + ea^3 - eb^3]$, $\omega = b^2 + 2(a-b)e$, $v' = \frac{1}{2}b\sqrt{2}$ tant que $\frac{a}{b}$ n'atteint pas $\sqrt{2-\left(\frac{e}{b}\right)^2}$, et, ensuite, $v' = \frac{1}{2}\sqrt{a^2+e^2}$; d'où, en adoptant $\frac{e}{b} = \frac{1}{5}$:

si $\frac{a}{b}$		$\frac{I}{\omega^2}$	$\frac{I}{v'\omega^{\frac{3}{2}}}$
= 1	(carré sans nervures)	= 0,0833	= 0,11765
1,2		0,0820	0,1205
1,4		0,0837	0,1275
1,6		0,0884	0,1220
1,8		0,0943	0,1197
2		0,1024	0,1205
3		0,1599	0,1427

On voit qu'à égale surface de section, la résistance élastique est d'abord diminuée par l'addition des nervures; puis, passé la valeur $\frac{a}{b} = 1,4$ qui rend la section inscriptible à un cercle, cette résistance est augmentée. Quant à la résistance à la rupture par flexion, elle augmente d'abord jusqu'à $\frac{a}{b} = 1,4 = \sqrt{2-\left(\frac{e}{b}\right)^2}$, puis elle diminue et redevient, pour $\frac{a}{b} =$ 1,8, ou pour des nervures dont la saillie est un peu moindre que

la demi-épaisseur du noyau, peu différente de ce qu'elle était sans nervures ; et elle n'augmente que pour des nervures plus saillantes.

3° Pour une section carrée avec quatre nervures en prolongement des diagonales, on a, b étant le côté du carré, a la longueur d'une double nervure y compris la diagonale qu'elle prolonge, et e son épaisseur, $I = \frac{1}{12}[a^3e + (a-e)e^3 + (b - e\sqrt{2})^2 (b^2+e^2)]$, $\omega = b^2 + e^2 + 2e(a - b\sqrt{2})$, $v' = \frac{1}{2}\sqrt{a^2+e^2}$, d'où, en adoptant $\frac{e}{b} = \frac{1}{4}$ ou l'épaisseur des nervures égales au quart du côté du noyau carré :

Si $\frac{a}{b}$	$\frac{I}{\omega^2}$	$\frac{I}{v'\omega^{\frac{3}{2}}}$
$=\sqrt{2}$,	$=0{,}0863$,	$=0{,}1239$
1,5	0,0892,	0,1233
1,67		0,1239
2	0,1121	0,1295
3	0,1752	0,1585

La résistance à la flexion augmente constamment, mais celle à la rupture par flexion n'augmente qu'après avoir diminué.

4° Pour une section composée d'un noyau circulaire et de quatre nervures, les expressions de I et de ω sont fort compliquées ; mais quand l'épaisseur des nervures n'est pas considérable, on peut, pour le calcul, les remplacer approximativement par de simples rectangles dont un des côtés est tangent au cercle, en négligeant le petit ménisque entre ce côté et la circonférence. Il en résulte, r étant le rayon, s la saillie de chaque nervure hors du cercle, et e son épaisseur,

$$\omega = \pi r^2 + 4es,\ I = \frac{\pi r^4}{4} + 2\frac{se^3}{12} + e\frac{(2r+2e)^3}{12} - e\frac{(2r)^3}{12},$$

$v' = \sqrt{(r+s)^2 + \frac{e^2}{4}}$, d'où, en adoptant $\frac{e}{r} = \frac{1}{2}$

	$\frac{I}{\omega^2}$	$\frac{I}{v'\omega^{\frac{3}{2}}}$
simple cercle,	$=0{,}07958$,	$=0{,}14105$
$\frac{s}{r}=0$	0,07957	0,1368
		...

0,2	0,0823	0,1264
0,5	0,0925	0,1239
1	0,1188	0,1336
1,5	0,1509	0,1488
2	0,1861	0,1687

Les nervures augmentent constamment, à égale superficie, la résistance à la flexion, mais elles diminuent d'abord la résistance à la rupture par flexion, qui ne redevient ce qu'elle était sans nervure, ou pour la simple section circulaire, que lorsque cette saillie atteint environ 1,3 fois le rayon du noyau. Et ce n'est qu'autant que s excède 1 fois et demie r que la résistance surpasse sensiblement celle qu'offre une pièce à section circulaire. Mais, alors, presque tous les constructeurs jugeront qu'à d'autres égards la saillie de la nervure est trop forte.

De ce qui précède, dit l'auteur en terminant, on peut conclure qu'il y a nécessité absolue, avant d'adopter un profil à nervures, surtout pour les arbres de transmission de mouvement en métal, de se bien rendre compte par le calcul de la résistance qu'on peut en attendre sous le double rapport de la flexion élastique et de la rupture par flexion, à égale quantité de matière.

Et même, si l'on considère que ces sortes de pièces sont en même temps soumises à la torsion, et que (séance du 8 juillet 1854, *l'Institut*, n° 1089, 15 novembre 1854, ou Sav. étr., t. XIV) les côtes saillantes ou nervures ont fort peu d'influence sur la résistance à la torsion, en sorte qu'a égale quantité de matière elles diminuent très sensiblement cette résistance, on se convaincra presque toujours que parmi les pièces *pleines* (et même les pièces creuses) le profil circulaire sans nervures est le plus avantageux qu'on puisse leur donner.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1857.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue de Trévise, 45, à Paris.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1857.

PARIS,

IMPRIMERIE DE COSSON,

RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.

1857.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

SÉANCES DE 1857.

Séance du 17 janvier 1857.

Chimie. *Recherches sur le soufre.* — M. Marcellin Berthelot a entretenu la Société, dans cette séance, de recherches qu'il a faites sur les divers états du soufre libre, dans le but particulier de déterminer la relation qui peut exister entre ces états et la nature des combinaisons sulfureuses dont ils peuvent dériver.

De tout temps l'étude du soufre a été, pour les chimistes, l'un des objets préférés de leurs expériences. Les propriétés physiques de ce corps, les composés variés auxquels il donne naissance, la facilité avec laquelle il s'unit aux autres substances et peut être dégagé de nouveau de ses combinaisons; enfin, les états divers sous lesquels il peut se présenter, tout concourt à faire du soufre une substance vraiment type. Depuis les alchimistes jusqu'à nos jours, chacun des résultats auxquels l'examen du soufre a conduit s'est presque toujours étendu à un grand nombre de phénomènes analogues, et a jeté une lumière nouvelle sur les théories générales de la chimie.

M. Berthelot rappelle d'abord les faits connus relativement aux états du soufre : ce corps en effet, malgré sa nature simple et son identité chimique, se présente sous des apparences très diverses, suivant les conditions de sa préparation et les influences auxquelles il a été soumis. Tantôt il s'offre à nous sous forme de

cristaux octaédriques dérivés du prisme rhomboïdal droit, tantôt sous forme de prismes rhomboïdaux obliques; on peut l'obtenir soit sous forme utriculaire, soit comme une matière amorphe et insoluble dans le sulfure de carbone; parfois il affecte l'état de soufre mou, plus ou moins liquide et élastique, souvent émulsionnable dans l'eau, quelquefois coloré d'une teinte rougeâtre. Ces divers états peuvent être produits sous l'influence d'une haute température, suivie d'un refroidissement plus ou moins brusque; le soufre, dégagé de ses combinaisons par les réactifs, peut affecter cette même diversité de propriétés.

Parmi ces états si dissemblables, et dont la suite est presque infinie, existe-t-il certains états fondamentaux, certains états stables auxquels tous les autres doivent être ramenés? Ces états, s'ils existent, présentent-ils quelque relation constante avec la nature des combinaisons dont on peut dégager le soufre? c'est ce que M. B. a cherché à déterminer par l'expérience.

I. *États du soufre.* — « Entre tous les états du soufre, j'ai été conduit, dit l'auteur de ces recherches, à distinguer deux états essentiels, limites stables auxquelles tous les autres peuvent être réduits, à savoir, le soufre octaédrique ou soufre électronégatif, jouant le rôle d'élément comburant, et le soufre électropositif ou combustible, amorphe, et en général insoluble dans les dissolvants proprement dits. L'étude de ces deux états simplifie celle des combinaisons sulfureuses, et les réduit à une opposition fondamentale. S'ils n'existent pas seuls, du moins tous les autres, dont le détail varie presque à l'infini, sont des états intermédiaires, transitoires; ils peuvent être ramenés à ces deux états principaux d'une manière non douteuse. En effet, au soufre octaédrique se rattachent deux états moins stables : le soufre prismatique et le soufre mou des polysulfures, tous deux transformables spontanément en soufre octaédrique sous la seule influence du temps. Ces trois variétés sont solubles dans le sulfure de carbone. Le soufre électropositif peut être obtenu en mettant à nu le soufre de ses combinaisons oxygénées, chlorurées, bromurées : le soufre du chlorure et du bromure forme l'état limite le plus stable; il est amorphe et insoluble dans les dissolvants proprement dits (eau, alcool, éther, sulfure de carbone).

» Au soufre électropositif se rattachent trois autres variétés moins stables :

» 1° Le soufre mou des hyposulfites soluble dans le sulfure de carbone, mais devenant peu à peu insoluble par le seul fait de l'évaporation du dissolvant. Le soufre mou obtenu sous l'influence de la chaleur, celui auquel donne naissance un mélange de sulfure et d'hyposulfite (action des alcalis sur le soufre), peuvent être regardés comme un mélange de ces deux espèces de soufre mou correspondant aux deux états du soufre.

» 2° Le soufre insoluble obtenu en épuisant la fleur de soufre tour à tour par l'alcool et par le sulfure de carbone.

» 3° Le soufre insoluble obtenu sous l'influence de la chaleur, en épuisant le soufre mou par le sulfure de carbone. Cette dernière variété est la moins stable de toutes ; il suffit de la faire bouillir avec de l'alcool, pendant quelques minutes, pour la transformer presque entièrement, par action de contact, en soufre cristallisable soluble dans le sulfure de carbone.

» La couleur de ces diverses variétés peut être comprise entre le jaune citron et le rouge foncé; elle dépend des circonstances de leur production, et souvent aussi de quelques traces de matières étrangères. Ces variétés se distinguent les unes des autres par la facilité plus ou moins grande avec laquelle elles se tranforment en soufre soluble et cristallisable, tant sous l'influence d'une température de 100° qu'au contact de divers corps, tels que les alcalis et leurs sulfures, l'hydrogène sulfuré et l'alcool, agissant à la température ordinaire. Toutes ces variétés de soufre amorphe peuvent être ramenées à la variété fondamentale la plus stable, si on les maintient à froid en contact avec le chlorure de soufre, le bromure de soufre, l'iode, et même, jusqu'à un certain point, avec l'acide nitrique fumant. Elles sont transformées entièrement en soufre octaédrique si on les soumet à des fusions et à des sublimations réitérées ; si on les reprécipite après les avoir dissoutes dans un alcali ou dans un sulfure alcalin ; enfin, si on les maintient pendant quelques semaines en contact avec une solution de potasse à la température ordinaire ; le soufre prismatique paraît être, dans certains cas, l'un des termes intermédiaires de cette transformation.

» En résumé, toutes les formes du soufre se reduisent à deux états essentiels, le soufre électropositif, amorphe et insoluble, et le soufre électronégatif ou soufre octaédrique ; des deux états, ce dernier constitue le plus stable.



» Les résultats précédents représentent les états du soufre indépendamment des circonstances dans lesquelles il prend naissance ; il reste à définir la relation que ces états présentent avec les combinaisons dont le soufre peut être extrait.

» II. Le premier point à éclaircir, c'est l'existence d'une relation constante entre le soufre et les composés dont il dérive. Or, d'une part, l'état du soufre dégagé d'une combinaison est indépendant de l'agent employé pour le dégager, pourvu que cet agent ne soit ni alcalin ni oxydant, et que son action s'exerce *rapidement* et sans notable dégagement de chaleur ; d'autre part, l'état du soufre dégagé d'une combinaison est indépendant de l'état du soufre avec lequel on a pu la former. J'ai combiné successivement à la température ordinaire du soufre appartenant aux diverses variétés avec les corps suivants : potasse, sulfures alcalins, acide sulfurique anhydre, sulfite de soude, bisulfite de potasse, brome, iode : le soufre dégagé de toutes ces combinaisons présente un état constant et indépendant de son état initial.

» III. Ces faits établis, on peut chercher à rattacher les états du soufre à la nature de ses combinaisons. Voici dans quelles conditions j'ai préparé le soufre et sous quelles formes il s'est présenté.

» 1° Soufre produit par l'action de la pile. — Si l'on décompose par la pile une solution aqueuse d'hydrogène sulfuré, le soufre déposé au pôle positif est entièrement soluble dans le sulfure de carbone et cristallisable. L'électrolyse de l'acite sulfureux en solution aqueuse et celle de l'acide sulfurique monohydraté fournissent au pôle négatif un soufre amorphe et insoluble dans le sulfure de carbone.

» 2° Soufre produit par la décomposition d'un composé sulfuré. — Le soufre formé dans la décomposition spontanée du polysulfure d'hydrogène (préparé avec un polysulfure alcalin *pur*), et du polysulfure de calcium, est entièrement soluble dans le sulfure de carbone et cristallisable en octaèdres. Il en est de même du soufre formé dans la décomposition par les acides des polysulfures *purs* de sodium et d'ammonium. Au contraire, on obtient du soufre amorphe et insoluble en décomposant par l'eau ou par l'acide chlorhydrique l'hyposulfite de soude, le trithionate de potasse, le tétrathionate de soude, l'acide pentathionique, le chlorure

de soufre, le chlorosulfure de carbone, le bromure de soufre, l'iodure de soufre.

» 3° Soufre produit par la réaction réciproque de l'hydrogène sulfuré, et des acides sulfurique et sulfureux. — Ce soufre est semblable à celui de la décomposition des composés thioniques. On sait d'ailleurs que les acides thioniques prennent naissance dans la réaction de l'acide sulfureux par l'hydrogène sulfuré. Le soufre formé dans ces conditions peut être regardé comme ayant pris naissance par suite d'une oxydation incomplète, conformément aux faits qui vont suivre.

» 4° Soufre produit dans des conditions oxydantes. — Si l'on enflamme l'hydrogène sulfuré ou le sulfure de carbone, de façon à produire une combustion incomplète, on obtient du soufre amorphe et insoluble. Un composé sulfuré quelconque, susceptible de fournir du soufre (composés thioniques, hydrogène sulfuré, polysulfures d'hydrogène, d'ammonium, sulfures d'arsenic, de cuivre), traité par l'acide nitrique fumant, fournit du soufre amorphe de la variété la plus stable. Du soufre amorphe prend également naissance dans la réaction de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de peroxyde de fer, et sur un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique.

» La formation du soufre électropositif ou combustible dans des conditions oxydantes est digne de remarque : elle prouve que le soufre prend en naissant l'état qu'il possèdera dans la combinaison oxygénée qu'il tend à former. On sait que l'oxygène électrisé ou ozone préparé par le phosphore donne lieu à une remarque toute pareille. Ce fait est d'ailleurs tout à fait conforme aux diverses actions de contact signalées plus haut à l'occasion des états du soufre : en effet, sous l'influence du chlorure de soufre, du bromure de soufre, de l'iode, de l'acide nitrique, tous corps opérant par contact, les diverses variétés de soufre amorphe sont toutes ramenées à la plus stable de toutes, c'est-à-dire à celle qui paraît exister soit dans le chlorure et le bromure de soufre préexistant, soit dans l'acide sulfurique qui tend à se former par l'action oxydante de l'acide nitrique. Au contraire, sous l'influence des alcalis, des sulfures alcalins, de l'hydrogène sulfuré, substances dont les unes renferment du soufre comburant, et dont les autres tendent à lui faire jouer ce rôle, les diverses variétés de soufre amorphe sont ramenées, par action de contact, à

l'état de soufre octaédrique ou soufre comburant électropositif.

» L'interprétation de ces phénomènes est encore consolidée par diverses observations relatives à la facilité inégale avec laquelle les diverses variétés de soufre s'unissent aux métaux et aux autres substances; je citerai particulièrement l'observation suivante : le soufre électropositif se dissout facilement et rapidement dans le bisulfite de potasse, tandis que le soufre octaédrique ou électronégatif ne s'y dissout qu'avec une extrême lenteur et en proportion très faible : or, le composé qui tend à le former est du trithionate de potasse, lequel correspond au soufre électropositif.

» Tous ces faits convergent vers une même conclusion générale, à savoir que les états du soufre libre sont liés au rôle qu'il joue dans ses combinaisons : tous ces états, je le répète, peuvent être ramenés a deux variétés fondamentales correspondantes au double rôle du soufre : si le soufre remplit le rôle d'élément électropositif ou comburant, analogue au chlore, à l'oxygène, il se manifeste sous forme de soufre cristallisé, octaédrique, soluble dans le sulfure de carbone. Au contraire, s'il joue le rôle d'élément électropositif ou combustible, analogue à l'hydrogène et aux métaux, il se manifeste sous forme de soufre amorphe, insoluble dans les dissolvants proprement dits.

» Ces observations fournissent donc un nouvel exemple des relations qui existent entre les phénomènes chimiques et les phénomènes électriques : elles établissent l'existence d'états permanents multiples que peut prendre un corps simple sous l'influence des forces électriques agissant au moment même où le corps simple est mis en liberté. La formation de l'ozone (oxygène électronégatif?) et presque tous les faits attribués à l'*état naissant* sont dus sans doute à une cause analogue. Quoi qu'il en soit, le soufre manifeste un type plus complet et mieux caractérisé de ce genre de phénomènes.

» L'analogie qui existe entre les états permanents du soufre développés par l'action de la chaleur et ceux qu'il prend en se formant sous l'influence de l'électricité n'est pas moins remarquable; par là s'établit entre ces deux ordres de phénomènes un lien nouveau d'autant plus important qu'il se retrouve dans l'étude d'une autre substance simple, le sélénium, et peut-être même dans celle du phosphore, comme je vais essayer de le montrer.

» IV. Les caractères qui rapprochent le soufre du sélénium

sont bien connus : ces deux corps simples forment des composés très analogues et souvent isomorphes. On sait que ces ressemblances se retrouvent même dans les modifications que le séléninm éprouve sous l'influence de la chaleur et dans l'existence de plus sieurs variétés de sélénium, les unes cristallisables et solubles dans le sulfure de carbone, les autres amorphes et insolubles. On sait également que le sélénium dégagé de ses combinaisons ne présente pas toujours les mêmes propriétés : le sélénium obtenu des séléniures alcalins, par exemple, est cristallisable, tandis que le sélénium réduit de l'acide sélénieux est amorphe et vitreux. Sans entrer dans le détail de ces états divers encore peu connus, je me suis borné à décomposer par la pile l'acide sélénhydrique et l'acide sélénieux, de façon à obtenir le sélénium tour à tour au pôle positif et au pôle négatif. Or, le sélénium dégagé au pôle positif durant l'électrolyse de l'acide sélénhydrique est soluble dans le sulfure de carbone en totalité ou sensiblement. Au contraire, le sélénium dégagé au pôle négatif durant l'électrolyse de l'acide sélénieux est en grande partie insoluble dans le sulfure de carbone; et la portion dissoute tout d'abord y devient presque entièrement insoluble par le seul fait de l'évaporation, à peu près comme le soufre des hyposulfites. Les faits sont tout à fait semblables à ceux qui ont été observés durant l'électrolyse des acides du soufre; ils établissent de même l'existence de deux variétés de sélénium, l'un électronégatif et l'autre électropositif.

» Les états divers que le phosphore prend sous l'influence de la chaleur, savoir : le phosphore rouge, amorphe, insoluble dans le snlfure de carbone, et le phosphore blanc, cristallisable, soluble dans le sulfure de carbone, sont également analogues aux états que le soufre prend sous cette même influence. Malheureusement, en raison de circonstances accessoires, on ne peut guère dégager par électrolyse le phosphore des combinaisons où il joue un rôle antagoniste. Mais on doit remarquer que le phosphore rouge peut être formé sous l'influence de l'iode, du brome et du chlore, qu'il prend également naissance dans la combustion incomplète du phosphore et de l'hydrogène phosphoré. Or ces conditions sont toutes pareilles à certaines de celles dans lesquelles prend naissance le soufre amorphe électropositif ; on est dès lors conduit à assimiler ces deux substances et à regarder avec quelque probabilité le phosphore rouge, amorphe, insoluble, comme l'analogue

du soufre électropositif amorphe et insoluble ; et le phosphore blanc, soluble, cristallisable, comme l'analogue du soufre électronégatif, soluble et cristallisable.

» Jusqu'à quel point ces analogies entre les états du soufre, du sélénium , du phosphore et même de l'oxygène s'étendent-elles aux états divers que l'on a signalés dans l'étude de la plupart des corps métalloïdes, et notamment du carbone, du bore et du silicium ? C'est un point que je ne saurais discuter sans entrer dans des hypothèses prématurées. Je ferai seulement remarquer que le carbone cristallisé devient amorphe sous l'influence du feu électrique et que le carbone qui se sépare du carbure de fer est cristallisé, phénomènes analogues jusqu'à un certain point à ceux que présente le soufre.

» Ces questions sont d'autant plus délicates que la plupart des corps simples ne sauraient, comme le soufre, être dégagés de leurs ombinaisons sous l'influence d'actions faibles et susceptibles d'être régularisées ; ils ne sauraient prendre aisément des états divers doués de caractères tranchés et faciles à constater. Tous d'ailleurs ne jouent pas tour à tour deux rôles antagonistes aussi bien définis ; tous ne paraissent pas aptes à manifester à l'état libre plusieurs états d'équilibre permanents.

» Or telles sont les circonstances qui donnent à l'examen du soufre un intérêt tout particulier ; le soufre, le sélénium, l'oxygène et le phosphore libres se présentent, sous plusieurs états, doués de propriétés physiques et chimiques différentes, et je crois avoir établi que ces états, dans le cas du soufre particulièrement, peuvent être rattachés aux fonctions chimiques diverses que ce corps simple remplit dans ses combinaisons. »

Séance du 24 janvier 1857.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny communique à la Société une modification faite à un moteur hydraulique de son invention, employé depuis deux ans au palais de l'Élysée, et un moyen d'appliquer à des écluses multiples acculées un autre appareil de son invention ayant pour objet d'épargner l'eau dans le service des écluses de navigation simples ; il renvoie à ses précédentes communications sur ces matières en présentant aujourd'hui quelques idées d'une manière très succincte.

J'ai présenté, dit-il, à la Société, en 1844, un moteur hydrau-

lique à piston alternativement aspiré au moyen d'une soupape cylindrique à double siége, appelée soupape de Cornwall. C'est un appareil de ce système qui fonctionne régulièrement depuis environ deux ans au palais de l'Élysée, à Paris. M'étant aperçu que la partie supérieure de cette soupape ne gardait pas l'eau de la même manière qu'au commencement sans que cela empêchât l'appareil de fonctionner avec régularité, j'ai proposé à messieurs les architectes de ce palais, tout en conservant les choses dans le même état, quant à cette partie supérieure, de ne plus compter sur son mode de fermeture, et d'y substituer un manchon en caoutchouc attaché par une extrémité à la partie supérieure de cette soupape, et par l'autre un cylindre fixe dans lequel joue le piston. Ce manchon doit avoir la longueur suffisante pour que la soupape, en se levant, n'y occasionne pas des plis trop prononcés, de nature à le déchirer avant un assez long usage. Cette modification a été faite et l'on en paraît satisfait. Je me suis aperçu que ce moyen de fermeture était une réminiscence de quelque chose de semblable décrit dans le Traité des machines de Hachette, édition de 1828, page 179, chapitre 1er, planche 4, figure 3 (*a*), avec cette différence que le manchon flexible mais moins long s'appuie, quand cela est utile pour le nouvel appareil, sur la paroi extérieure du cylindre fixe. Il n'y a d'ailleurs aucune ressemblance dans les principes des appareils. Quant à la matière la plus convenable, ce sera par l'usage qu'on s'en apercevra.

Un manchon flexible de ce genre pourra, selon l'auteur, être applicable, avec quelques légères modifications, à divers autres appareils de son invention quand il sera utile de rendre fixe la plus grande partie d'un tuyau mobile. On conçoit, dit-il, qu'il y a des circonstances où le manchon pourra utilement s'appliquer en se repliant un peu contre la surface concave d'un cylindre extérieur ; il désire éviter le plus possible les enroulements et déroulements de surface flexible en lui donnant une longueur convenable et qui est en même temps une partie essentielle de cet organe.

M. de Caligny a exécuté en grand, aux frais de l'État, en 1851, un autre appareil de son invention, qu'il a présenté aussi à la Société, en 1844, et dont il avait exécuté un modèle fonctionnant plus en petit, en 1847. Cet appareil a pour objet d'épargner l'eau dans le service des écluses simples. Il s'était principalement occupé, pour le cas où l'appareil marche abandonné à lui-même après la

mise en train, du cas où l'écluse se vide en relevant une partie de l'eau au bief supérieur. Il remarque aujourd'hui qu'on peut diminuer la durée de la mise en train, sans addition de nouvelle pièce mobile, en fixant à l'extrémité du balancier un vase pouvant recevoir l'excès de la quantité d'eau relevée à chaque période au dessus d'une hauteur donnée, excès qui diminue de plus en plus à mesure que l'écluse se vide, de sorte que la hauteur dont il s'agit n'est plus atteinte, après quelques périodes, à l'époque où l'on n'a plus besoin de ce vase.

Pour le cas où l'écluse se remplit, l'auteur propose d'ajouter au système un petit tube fixe, débouchant par une extrémité dans l'écluse, et par l'autre dans un cylindre vertical contenant un flotteur, dont la partie supérieure portera une tige verticale garnie de dents horizontales convenablement espacées. A mesure que l'eau montera dans l'écluse ce flotteur montera avec elle, et chaque dent sera disposée de manière à lâcher un déclic.

M. de Caligny a expliqué, dans des communications auxquelles il renvoie pour les diverses parties de celle-ci, comment celui des tubes mobiles dont il s'agit en ce moment se lève dans cet appareil. Il suffit d'ailleurs de rappeler que ce tube mobile, disposé dans une capacité en communication avec le bief supérieur pour introduire alternativement l'eau de ce bief, étant rétréci à sa partie supérieure, est pressé de haut en bas par le liquide quand il est baissé, et peut être relevé par une pression contraire, jointe à l'effet d'un balancier, en vertu d'une oscillation en retour à son intérieur. On conçoit qu'étant alternativement relevé, il peut s'accrocher pour rester suspendu, et qu'il ne s'agissait que de le décrocher alternativement à chaque période en vertu de l'exhaussement de l'eau dans l'écluse.

L'auteur propose d'appliquer au besoin au jeu du balancier, au moyen de quelques légères modifications, une remarque analogue à celle qui a été faite ci-dessus pour les premières périodes de l'appareil considéré comme élévatoire. L'eau baissera, si l'on veut, notablement plus dans les dernières périodes du remplissage de l'écluse autour du tube en communication avec le bief supérieur que dans les premières.

M. de Caligny fait observer qu'un seul appareil peut servir pour deux écluses acculées, au moins dans le cas où chacune d'elles est assez élevée pour que la flottaison du bateau ne soit pas compro-

mise par la manœuvre. Au lieu de mettre l'extrémité inférieure de l'appareil en communication avec le bief par un simple canal découvert, il la met en communication avec une capacité d'un diamètre et d'une profondeur convenables, communiquant elle-même avec le sas inférieur ; de sorte que le sas supérieur se videra en relevant une partie de l'eau au bief supérieur, et laissant tomber le reste dans le sas inférieur ; et il se remplira ensuite en retirant une partie de l'eau de ce sas inférieur, où le niveau variera graduellement dans les deux cas.

Pour les écluses acculées multiples, les mêmes remarques sont, dit-il, applicables jusqu'à un certain point. La capacité intermédiaire verticale dont on vient de parler est essentielle, parce qu'il faut qu'à chaque aspiration on n'ait point à vaincre l'inertie de l'eau contenue dans chaque tuyau de conduite, faisant communiquer cette capacité à un bief ou à un sas immédiatement inférieur quand on remplit le sas immédiatement supérieur.

On conçoit que chaque sas inférieur doit avoir une soupape ou une vanne, disposée de manière à interrompre la communication de ce sas à cette capacité quand cela est nécessaire. Il ne s'agit ici, principalement pour le cas des écluses au nombre de plus de deux acculées, que du cas où elles se remplissent. à partir de la plus basse. Pour le cas où un bateau descend, il n'y aurait guère à profiter de ce système, que si les écluses étaient très peu nombreuses et assez hautes chacune pour qu'en relevant une partie de leur eau, on ne compromît pas le prisme de flottaison indispensable dans chaque écluse.

Séance du 31 janvier 1857.

M. Léon Foucault annonce à la Société qu'il a imaginé un nouveau télescope dont le miroir est formé d'une masse de verre à surface concave travaillée au bassin et métallisée par une mince couche d'argent. Le métal est précipité d'une solution alcoolique, suivant le procédé Drayton, par l'essence de girofle et poli ensuite à la peau et au rouge d'Angleterre, de manière à prendre un poli très vif. Un pareil miroir remplace avantageusement le miroir en alliage de l'ancien télescope et en fait un instrument d'une puissance supérieure à la lunette astronomique.

Séance du 7 février 1857.

PHYSIOLOGIE. *Anesthésie par l'amylène.* — La propriété anes-

tésique de l'amylène a été constatée tout récemment par un médecin anglais, M. Johnston. D'après les résultats obtenus à l'hôpital de King's-College à Londres, il croit que ce nouvel agent pourra être substitué avec avantage au chloroforme. M. Giraldès, connaissant les bons effets de ce nouvel agent, s'est cru suffisamment autorisé à l'employer dans son service à l'hôpital des Enfants trouvés.

Après l'avoir administré chez dix enfants, il a constaté que sa propriété anesthésique était complète. Comme les chirurgiens anglais, il a remarqué que son inhalation est plus facile que celle du chloroforme, que les malades soumis à l'amylène le respirent facilement, sans effort, sans agitation, sans grande turgescence de la face, sans augmentation de la sécrétion salivaire ; que le sommeil est plus calme, le réveil plus complet et plus rapide, enfin que son emploi ne laisse pas chez le malade un malaise, des étourdissements ; qu'il n'est pas suivi de nausées ou de vomissements.

Si l'observation ultérieure confirme ces résultats, sans doute l'amylène pourra être substitué avec avantage au chloroforme

Séance du 28 *février* 1857.

MÉCANIQUE. *Chaudières à vapeur.* — M. Bresse a communiqué la note suivante sur la résistance d'une chaudière à vapeur à profil faiblement elliptique.

« Les réglements administratifs ont prescrit de déterminer l'épaisseur des chaudières à vapeur en tôle pressées du dedans au dehors, par la formule

$$e = 0{,}0018\, n\, D + 0{,}003\,, \tag{1}$$

dans laquelle e désigne l'épaisseur cherchée exprimée en mètres, n le nombre d'atmosphères correspondant à la pression effective, D le diamètre de la chaudière également exprimé en mètres. Lorsque la pression agit, au contraire, de dehors en dedans, l'épaisseur donnée par la formule précédente doit être augmentée de moitié. D'ailleurs cette formule ne doit s'appliquer qu'au cas où la coupe transversale de la chaudière est un cercle.

» En laissant de côté la constante 0,003 que l'on ajoute par prudence, afin de pourvoir par avance à l'usure de la chaudière et aux défauts dont la théorie ne tient pas compte, la formule (1) se démontre aisément ; elle suppose qu'on admette comme limite de la tension de la tôle le chiffre de $2^{kg},85$ par millimètre carré,

soit de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{15}$ de la force qui produirait la rupture. Mais ce dont il est moins facile de se rendre compte, c'est de la raison pour laquelle on exige une épaisseur plus grande pour résister à la pression extérieure, car, sauf le changement de la tension de la tôle en une pression, la théorie n'indique pas de différence entre es deux cas.

» D'après une opinion exprimée par M. Belanger, dans le cours qu'il a professé en 1849 à l'École des ponts et chaussées, la différence tiendrait probablement à ce que, si le profil n'est pas exactement circulaire, l'ellipticité tend à s'accroître quand la pression extérieure domine, tandis qu'elle diminue si c'est la pression intérieure qui est la plus forte. Or, en vertu de cette ellipticité, les pressions ou tensions totales se répartissent inégalement sur la tôle, parce que la figure du profil n'est plus compatible avec la répartition uniforme ; par suite, la matière, pour une même pression effective, est dans une situation moins favorable. On comprend donc que l'opinion de M. Belanger rendra bien compte de la différence dont il s'agit, si effectivement l'ellipticité de la chaudière, même quand elle est très petite, a une influence notable.

» Or, c'est précisément ce qui a lieu. En tenant compte de la flexion qui se produit dans le cas d'un profil elliptique, et adoptant la limite de 2^{kg},85 par millimètre carré pour la tension de la tôle, je suis arrivé à reconnaître que le terme 0,0018 n D de la formule (1) devait être remplacé par

$$0{,}0009\, n\, \mathrm{D}\left(1+\sqrt{1+\frac{1655\ \mathrm{K}^2}{n}}\right),$$

K^2 étant le carré de l'excentricité de l'ellipse formant le profil de la chaudière dans son état définitif de flexion. On devrait donc déterminer l'épaisseur par la formule

$$(2)\quad e=0{,}0009\, n\, \mathrm{D}\left(1+\sqrt{1+\frac{1655\ \mathrm{K}^2}{n}}\right)+0{,}003.$$

» Les formules (1) et (2) s'accordent par K=0, mais elles donnent des résultats notablement différents, même pour de faibles valeurs de K. Donc, puisqu'une même chaudière, exécutée avec un profil imparfaitement circulaire, donne lieu à une valeur de K plus grande si la pression extérieure l'emporte, que dans le cas

contraire, la mesure prescrite par l'Administration est parfaitement rationnelle au point de vue théorique. »

Séances des 10 et 17 janvier 1857.

PHYSIOLOGIE. — M. Hiffelsheim a lu à la Société, dans ces deux séances, les considérations suivantes *sur l'application des sciences exactes à la physiologie.*

« La circulation du sang présente, plus que toute autre fonction de l'organisme animal, le double caractère des influences d'ordre physique et mécanique, et des influences d'ordre vital ou organique. Nous ne nous occuperons pas de celles-ci dans ce travail. Nous chercherons à préciser le sens et la signification des premières, avant d'en étudier quelques-unes des modalités les plus remarquables.

» Quand la science physique créa ses lois fondamentales, elle les établit sur une base assez large pour régir l'existence de la matière, sous quelque forme que nous la rencontrions. Nul corps inorganique ou vivant ne saurait leur échapper. La vie, d'autre part, n'est que par le milieu qui l'entretient, et les modifications du milieu sont assurément les seuls régulateurs de l'état des organismes.

» Si la matière en elle-même, qui, sous des formes organisées, constitue les *organismes*, est fatalement soumise à des lois primordiales; si, de plus, son existence repose sur l'état du milieu physique qui l'environne, on ne saurait refuser une large part aux propriétés physiques, comme cause ou effet, dans les phénomènes que nous offrent les manifestations de la vie. En quoi donc, sous ce rapport, cette matière organisée diffère-t-elle de celle qui ne l'est pas ou ne l'est plus, pour que l'on ait tant de peine à se rendre à ces propositions évidentes ? Dans la présence de ces propriétés d'organisation, qui s'ajoutent aux premières, rendent la matière apte par là, à des actes plus multiples, à des usages plus variés. De ce conflit de propriétés naissent des actions réciproques dont la complication semble inextricable. Prenons un exemple : — La contractilité suppose l'existence de certaines conditions qui ne se trouvent que dans les corps organisés des animaux. Mais un corps n'est contractile qu'à la condition d'être élastique dans chachun de ses éléments. Mieux : on peut reproduire tous les effets connus de la contractilité avec des corps élastiques. Il faut, pour

cela, un artifice, dont l'organisation réalise les effets dans les parties contractiles. Et, chose digne de remarque, un agent physique, l'électricité, est le plus puissant moyen de manifestation de cette propriété vitale; plus puissant que les conditions d'organisation les plus parfaites. Supposez un corps élastique susceptible aux influences électriques et vous imiterez ceux des effets de la contractilité, qui jusqu'ici semblent son but principal ou exclusif.

» C'est en analysant les propriétés organiques que l'on peut espérer en découvrir les lois. Elles sont accessibles à nos moyens d'investigation et ne sauraient donc rester dans le domaine du mystère.

» Dans l'appareil circulatoire, l'organe central, un muscle, le cœur, engendre des effets extrêmement variés. Toute espèce d'intérêt se rattache à son étude; aussi combien d'investigations ont été entreprises dans le but d'éclairer les causes et les effets de cette activité sans exemple dans la vie?

» Complet chez les Mammifères, le muscle cardiaque brasse en quelque sorte les sangs noirs si divers qui lui arrivent, avant l'hématose; les brasse encore quand ils sortent du poumon, pour en mieux assurer l'intime mélange avec l'oxygène. Mais ce sang qu'il meut et remue, le cœur lui communique, par l'énergie de la contraction, une grande force, et alors à son tour le sang réagit sur le solide qui l'enveloppe. Ce point capital, dans l'espèce, on l'avait négligé. Un des savants les plus compétents dans la question, M. Bouillaud, s'empressa de le reconnaître: longtemps, il fut l'un des seuls d'entre les médecins.

» Comment réagit le sang? Déjà l'on savait qu'il fait jouer les valvules du cœur, dont le mécanisme est la clef de voûte de l'acte du cœur. Il nous a semblé que là ne se bornait pas toute son action.

» Le sang entre et sort par les orifices du cœur. En entrant, sa force est minima, en sortant elle est à son maximum. Un faible travail fait passer le sang des oreillettes dans les ventricules, et par de nombreuses raisons trop élémentaires pour les répéter ici, le sang, en y pénétrant, ne saurait produire l'énergique impulsion, qui détermine les *battements du cœur,* ainsi qu'on l'avait pensé, par une erreur d'application de la mécanique.

» Nous avons cherché à démontrer que l'issue du sang devait

produire cette impulsion du cœur, quand ce liquide, énergiquement comprimé par les ventricules, en soulève subitement les valvules artérielles. En effet, il est établi en physique qu'il y a tendance au recul dans les vases à parois fixes, qui donnent subitement issue à un liquide, par un orifice pariétal. Les principes de la mécanique rationnelle établissent la généralité de cette loi, pour toute espèce de paroi. Par un théorème, nous avons démontré le cas des parois mobiles, telles que celles du cœur, et ramené le cas de la mobilité à celui de la fixité. Mais plusieurs éminents physiciens déclarèrent que le principe ne serait acquis à la physique qu'après avoir été consacré par des expériences. Il s'agissait donc d'expérimenter des vases à parois mobiles. La notion abstraite de mobilité étant seule à considérer, nous avons choisi le caoutchouc; et pour réaliser les expériences, nous les avons produites dans les conditions presque identiques à celles de la construction du muscle cardiaque.

» Si l'on construit une poche en caoutchouc vulcanisé, de la capacité de 100 grammes, et munie d'une ouverture; et, qu'après avoir fortement distendu la poche avec de l'eau, on pince le pourtour de l'orifice avec une disposition qui permette de l'ouvrir subitement sans toucher le petit appareil, le recul est assez considérable pour entraîner vivement le grand pendule du collége de France. Cette expérience a été exécutée dans les conditions les plus variées sur une lame dynamométrique; et on a pu ainsi mesurer l'influence du diamètre de l'orifice, de la pression et de la quantité du liquide; l'influence de l'épaisseur des parois en deçà et au delà de certaines limites, etc.

» Ce fait est à présent à l'abri de toute contestation de la part des physiciens : les corps à parois mobiles reculent dans les mêmes conditions que dans les corps à parois fixes.

» Le cœur est un muscle creux divisé en deux cavités principales, les ventricules, qui fonctionnent simultanément, en se contractant et en se relâchant alternativement. Ces mouvements, que nous avons nommés *relatifs*, s'accompagnent de divers changements de forme et de volume. En examinant ces mouvements qui se confondent dans l'action même du cœur, et sont autant d'éléments, par conséquent, de son mode de fonctionnement pour réaliser l'expulsion et l'introduction du sang, nous avons pensé qu'il fallait les distinguer

complétement de tout mouvement de totalité ou *mouvement absolu*, dans lequel le cœur déplace son centre de gravité et produit comme nous verrons le choc précordial. Dans ce cas, le cœur, comme ensemble, ne peut être que passif, tandis qu'il est simultanément actif dans ses diverses parties.

« Il y a deux cœurs distincts dans cette enveloppe commune, et de force très inégale. Tout effet dynamique est donc une résultante. Or il n'existe pas de différence essentielle entre les parois mobiles du cœur et les parois mobiles de la poche en caoutchouc, et nécessairement nulle différence dans le mouvement *absolu*, passif, des deux poches, quand, par une activité naturelle (le muscle) ou artificielle (le caoutchouc distendu) elles expulsent un liquide. Dans la poche en caoutchouc, le recul a lieu ; dans le cœur la tendance au recul existe, *à priori*, nécessairement. Nous verrons qu'il y a recul réel. Aujourd'hui, il est démontré que durant la contraction musculaire, les fibres agissent tout à fait comme le ferait un corps élastique. De plus, l'effet, le résultat, en dehors de toute théorie, est toujours le même. Les analogies vraies se démontrent par la comparaison de tous les éléments qu'il faut rapprocher, et c'est en ceci que repose toute la valeur de l'induction. C'est une opération naturelle de la pensée dont on peut user ou abuser, comme de tout autre acte cérébral volontaire. La détermination d'un individu *per genus et differentiam*, pour le classer, repose tout entière sur une induction.

« L'analogie existe dans ces deux effets, rétraction du caoutchouc, contraction du muscle, et ce que le raisonnement affirmait, la nature le démontre. Il y a nombre d'animaux inférieurs qui sont munis d'une poche musculaire, qui ne diffère d'un cœur simple que par la forme. Cette poche, munie d'une espèce de siphon aspirateur décrit par M. Ch. Robin, s'emplit d'eau chez ces animaux aquatiques ; puis lorsqu'ils veulent marcher ils contractent le muscle et sont entraînés dans une direction opposée à celle qu'ils ont volontairement donnée à l'orifice. C'est ainsi que les animaux parcourent les eaux qu'ils habitent, par une succession de *reculs*.

» Cette analogie se retrouve dans les détails. Quand nous chargeons la poche en caoutchouc avec de l'eau, tous les diamètres augmentent. Nous l'avons montré, en 1854, à toutes les personnes qui en doutaient ; et en se rétractant tous les diamètres aussi di-

minuent. Or, malgré toutes les assertions contraires, nous affirmons que cela se passe à peu près ainsi pour le muscle cardiaque; le dernier qui a en partie confirmé cette proposition en a déduit quelques suppositions gratuites. Dans le caoutchouc vulcanisé, si la poche est mince et très distendue, aucun phénomène n'est constant; la fibre élastique a perdu tout son ressort. De plus, la vulcanisation doit être égale dans les poches moyennes.

» A présent que reste-t-il à prouver? que le cœur en réalité peut reculer; que la force de réaction sur ses parois peut l'entraîner, et le physiologiste demande la démonstration directe du fait sur les animaux.

» Nous sommes parti d'un raisonnement : on trouvera naturel que, avant la description de l'expérience, nous établissions une base d'observation assez solide pour fournir toutes les lumières que réclame son interprétation. C'est par là encore que pèchent la plupart des faits relatifs à la physiologie du cœur. Le sang, en sortant du cœur, après avoir soulevé déjà la colonne qui repose sur les valvules et y exerce une forte pression, le sang possède encore une force propulsive, qui représente à l'aorte, bien plus d'un quart d'atmosphère, valeur trouvée dans la carotide (Chien, Cheval). D'après sa vitesse, Volkmann, l'un des meilleurs hématologistes, estime que le sang n'a plus que trois centièmes de la force, qui est engendrée dans le cœur pendant la systole. Il n'y a donc pas à se demander si le cœur peut être entraîné avant toute chose au moment où le sang soulève les valvules. Toutes les analogies que nous invoquerions seraient en outre des arguments *a fortiori*.

» Les conditions anatomiques des lieux, de rapports du cœur, s'opposent-elles à ce mouvement? Si nous exceptons quelques esprits éminents de l'époque, nous dirons que personne n'a compris cette question.

» Quand il s'agit d'un mouvement de totalité du cœur, sous l'influence de cette cause qui a nom *recul*, et qui se fait toujours dans la direction opposée à celle de l'issue du liquide, le genre de mouvement qui a lieu à la pointe dépend d'abord du mouvement général, absolu du cœur. Ensuite viennent d'autres influences déterminantes, dépendant de l'activité, du mouvement relatif de la pointe elle-même. Question assez vaste pour comporter toute une étude. Mais la pointe, en tant que partie du cœur, subit l'influence

de ce recul d'abord et en dehors de tout. Qu'elle regarde dans telle ou telle direction : qu'elle soit en rapport médiat ou immédiat avec le thorax ; quelle est la constance de ces conditions propres à la pointe du cœur, chez un individu et dans les diverses classes d'animaux : tout ceci est à trouver.

» Nous avons dit que la pointe du cœur pouvait quitter la paroi thoracique ; mais que le recul, pour avoir lieu, n'exige ni glissement, ni déplacement de la pointe ; c'est avant tout l'impulsion que l'on perçoit à l'extérieur, là où l'on doit étudier les battements du cœur, qu'il faut avoir en vue. Cet organe si actif, jouant si librement, si énergiquement dans le péricarde, ne quittât-il même jamais le thorax, quel argument en tirer contre l'influence de l'issue du liquide par les orifices du cœur, influence qui est, nous le répétons encore, une *impulsion* synonyme du recul, dans notre doctrine. Cette paroi thoracique, élastique et flexible, comment se soustrairait-elle à la réaction que lui transmettrait le cœur en contact, et comment ne serait-elle pas ébranlée, soulevée ? qui ne connaît ce phénomène si violent chez les hypertrophiés, les sujets à palpitations nerveuses, les gens émus et nombre de personnes normales ? Du contact permanent ou intermittent de la pointe du cœur et de la paroi de la poitrine, il n'y aura donc jamais rien à déduire quant à la possibilité du recul. Que le mouvement absolu du cœur le déplace de 1 ou 2 millimètres dans la cage thoracique, ou qu'il ne déplace que la paroi qu'il soulève, ou qu'il l'ébranle sans le déplacer sensiblement ; pour les mécaniciens, pour les physiciens, pour tous ceux qui comprennent le mot *travail* en mécanique, cela se réduit à une puérilité dans le cas présent. Personne ne peut voir ou sentir la dilatation de l'artère mise sous les yeux pendant le pouls, et on a néanmoins attribué la pulsation de celle-ci à l'impulsion du sang. De plus, nul observateur ne peut affirmer dans quelle proportion ces trois cas se présentent. Pour 10 vivisections, d'ailleurs le plus souvent faites en dehors de toute condition logique, pour 10 affirmant un phénomène de la physiologie du cœur, il y en a 10 qui nient le même fait, depuis Harvey et Haller jusqu'à nos jours. On ne sait pas le plus souvent ce que l'on voit et ce que l'on regarde ; les phénomènes sont multiples, simultanés et rapides : on tue les animaux, voilà le plus positif du résultat.

» Les liens du cœur sont lâches, élastiques, flexibles ; tout y est

fait pour le mouvement. La base ne s'oppose en rien à un mouvement absolu de projection vers le plan antérieur du corps. La direction exacte de ce mouvement pourrait être déterminée dans un cas donné. On pourrait chercher, d'après des mensurations exactes des surfaces diamétralement opposées aux orifices artériels, la détermination du point (qui n'est jamais l'extrémité de la pointe) où s'applique la résultante. Mais cet abus oiseux des mathématiques produirait un résultat tellement relatif, d'une signification tellement conditionnelle, que nous le léguons à qui de droit.

» La physiologie, *dans son ensemble*, ne sera jamais ce que l'on appelle une science exacte, à la grande satisfaction des empiriques ; elle deviendra de jour en jour plus scientifique ; mais on ne devra pas oublier que les phénomènes de la vie ne sont pas moins subordonnés à d'innombrables variations que la météorologie, le désespoir des physiciens. Partout où la relativité arrive à une telle prépondérance que chaque cas exige une étude tout entière, les lois ont un caractère tellement général, que leur application immédiate est radicalement impossible.

» La mathématique pure, l'induction la plus inattaquable, reposant sur les effets identiques du caoutchouc et du muscle, effets démontrés par l'expérimentation de l'un et l'observation directe dans la nature des manifestations de l'autre ; la nécessité d'un effet semblable dans le cœur, où toutes ces conditions se trouvent sans qu'aucune disposition puisse neutraliser cet effet tel que nous l'avons envisagé, voilà quelle était la base de notre doctrine. Nous avons construit un appareil qui rentrait de plus en plus dans notre mode d'investigation, en ajoutant à cette poche cardiaque élastique l'aorte avec son contenu, sa pression, et qui n'avait rien à envier aux aortes naturelles dont elle représente les propriétés.

» Restait à démontrer qu'un cœur qui bat chez un animal, bat à cause de cet effet de recul. Nous avons dit que l'issue du sang produisait le battement du cœur, ou mieux le choc, l'impulsion précordiale, perceptible à l'œil, à la main, à l'oreille, appliqués sur la région du cœur. Cette seule et invariable forme de notre proposition aurait dû guider le procédé expérimental des personnes qui expérimentent au hasard. Si le liquide en sortant du cœur produit un semblable effet, la suppression de la cause devait entraîner la suppression de l'effet. Nous avons interrompu avec des

serres fines, ligatures que l'on ôte et replace à volonté, le cours du sang tant à la sortie qu'à l'entrée du cœur, et le battement disparaissait et reparaissait dans les épreuves et contre-épreuves nombreuses et variées que nous avons réalisées. Mais pour expérimenter convenablement et logiquement, il faut d'abord chercher le choc du cœur là où il se produit, extérieurement sur la paroi thoracique, et faire en sorte que cette paroi existe et conserve son rapport avec le cœur. Il faut aussi, pour répondre aux objections, que le cœur continue tous les autres actes partiels, les mouvements relatifs, et que le mouvement *absolu* soit seul en cause.

» En se conformant à ces préceptes, on pourra reconnaître, comme nous, que le choc précordial n'existe plus quand le sang ne sort plus du cœur, et que cette impulsion est perçue dès que le liquide se remet en mouvement. Le résultat est absolu quand on interrompt assez complétement le cours du sang pour que les vaisseaux soient vides.

» Nous entretiendrons prochainement la Société d'autres recherches sur la circulation, faites selon la même méthode, et qui n'offrent pas moins d'intérêt que l'étude des battements du cœur. »

Séance du 7 mars 1857.

ZOOLOGIE. *Muridés.* — Les observations suivantes *sur la forme et la disposition des ongles dans quelques espèces de la famille des Muridés* ont été présentées à la Société dans cette séance par M. Pucheran.

« Quelque importantes que soient les distinctions établies par les mammalogistes modernes, depuis MM. Brandt et Waterhouse, jusqu'à MM. Burmeister et Giebel, entres les Muridés de l'ancien continent et ceux de l'Amérique du Sud, il est cependant à regretter que les résultats différentiels qu'ils ont signalés ne soient point basés sur des caractères zoologiques, sur des caractères, par conséquent, extérieurs et faciles à apprécier. Je crois que, sous ce point de vue,les zoologistes que je viens de citer n'ont point porté, d'une manière suffisante,leur attention sur la forme et la disposition des ongles dans les Rats américains.

» Ainsi, dans la description de son *Mus leucogaster*, M. Brandt signale bien l'absence de division de la lèvre (1), mais il omet de

(1) Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, Sciences nat., vol. 1, p. 428.

parler de la disposition et de la forme des ongles que sa planche (1) nous représente comme étant allongés et peu courbés. Il est tout aussi silencieux sur l'état de ces mêmes organes, dans la description du *Mus angouya* et dans celle de l'*Hypudæus guiara*, dont il donne également les figures (2). Des ongles allongés et peu courbés sont, au contraire, attribués par M. Waterhouse (3) aux deux genres *Oxymycterus* et *Scapteromys*, qu'il a le premier caractérisés. Mais, tout en indiquant une semblable forme, pour les mêmes organes, dans le *Mus longipilis* (4), il place cependant cette espèce dans son genre *Abrothrix* (5). Dans la caractéristique de son genre *Calomys* enfin, le même zoologiste omet l'existence du même fait, quoiqu'il considère (6), peut-être à tort, suivant nous, ce même genre comme constituant un synonyme du genre *Eligmodontia* de M. Fr. Cuvier. M. Fr. Cuvier, cependant, a constaté dans l'*Eligmodontia typus*, la présence d'ongles falciformes (7).

» Dans un travail de date plus récente, M. Pictet indique une disposition semblable dans les ongles du membre postérieur, dans *Mus brasiliensis* (8), *Mus cinnamomeus* (9), et *Mus Renggeri* (10). Or, ce dernier type, pour M. Pictet de même que pour M. Waterhouse, constitue une espèce du genre *Abrothrix* : le second est, suivant le même zoologiste, voisin des *Calomys* par sa forme générale, quoique s'en distinguant par sa taille, par sa coloration et la couleur différente de ses pieds.

» Depuis MM. Waterhouse et Pictet, M. Burmeister a signalé ce même état des ongles dans les deux types qu'il considère comme ayant été décrits par ses prédécesseurs sous le nom com-

(1) Pl. XII.

(2) Pl. XIII et XIV.

(3) *Proc. of the Zool., Soc. of London*, 1837, p. 21.

(4) Voyage du Beagle, texte de la partie mammalogique, p. 55.

(5) *Proc. of the Zool. Soc., of Lond.*. 1837 p. 21.

(6) Voyage du Beagle, etc., p. 41.

(7) Annales des sciences naturelles, 2e série. vol. VII, p. 169.

(8) Notices sur les animaux nouveaux ou peu connus du Musée de Genève, p. 55.

(9) Notices, etc., p. 65.

(10) Notices, etc., p. 77.

mun de *Mus brasiliensis* (1). Plus récemment, M. Giebel(2) a confirmé cette observation.

» Tous ces faits sont parfaitement exacts, et j'ai pu les constater non seulement chez les *Mus brasiliensis*, *vulpinus*, *cinnamomeus*, *Renggeri*, mais encore chez *Mus tomentosus*, et une espèce du Musée de Paris que je rapporte au *Mus physodes* de Lichtenstein. Dans tous ces Muridés, de la partie australe du Nouveau-Monde, les ongles sont plus allongés et moins courbés que dans nos espèces européennes; chez tous, cette disposition est plus saillante à la patte postérieure qu'à l'antérieure. Je crois pouvoir en conclure que ce caractère, signalé seulement jusques ici dans les deux genres *Scapteromys* et *Oxymycterus*, est peut être plus général que ne l'ont admis les zoologistes contemporains. Si cette assertion se vérifie et se complète, il sera dès lors facile, par cette distinction de nature essentiellement zoologique, c'est-à-dire extérieure, d'isoler plus complétement encore les Muridés de l'Amérique du Sud de ceux de l'ancien continent. Ce qui me porte à avoir confiance dans l'opinion que je me permets d'émettre, ce sont les deux caractéristiques récemment données par MM. Burmeister et Tschudi, pour leurs deux genres. *Lasiomys* et *Drymomys*. M. Burmeister dit du premier que quatre de ses doigts sont armés d'*ongles pointus, peu courbés, faibles* (3). M. Tschudi dit du second, que ses ongles sont *courts, à peu près droits* (4). Ces deux genres sont, l'un et l'autre, originaires de l'Amérique du Sud.

» Si, maintenant, nous essayons de déterminer à quelle particularité de la vie de ces espèces se rattache la disposition organique qu'elles nous présentent, l'observation va nous répondre qu'elles fréquentent le bord des ruisseaux, douées qu'elles sont, d'habitudes aquatiques. M. Brandt atteste ce fait pour l'*Hypudæus guiara*, d'après les observations de M. Langsdorff (5). M. Waterhouse le confirme, d'après M. Darwin, pour son *Mus*

(1) *Systemat. Uebersicht der Thiere brasiliens, Saüg.*, p. 164.

(2) *Die Saugethiere*, p. 541.

(3) *Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle*, 1854. 2e partie, p. 16.

(4) *Fauna Peruana*, Saug., p. 178.

(5) Loc. cit., p. 434.

brasiliensis (1), et pour le *Mus tumidus*(2), type du genre *Scapteromys*. M. Burmeister l'atteste à son tour pour l'*Hesperomys vulpinus* (3) et l'*Oxymycterus rufus* (4). Je dois signaler enfin que, d'après M. Bridges, le *Mus longicaudatus* (5), espèce chilienne, vit dans le voisinage des ruisseaux. Cependant, M. Bennett (6), en décrivant ce type, n'a point signalé dans les ongles la forme que j'indique.

» Toutes ces espèces diffèrent donc, par leurs mœurs, des espèces de Muridés de notre Europe. Celles-ci sont en quelque sorte associées à l'homme, qui, par les communications internatiotionales et par la navigation, les a répandues sur la surface entière du globe. Celles là se rapprochent plus des Campagnols d'Europe, surtout des deux espèces connues sous le nom de *Rat d'eau* et de *Schermaus*. Ce rapport, au reste, avait été signalé déjà, principalement sous le point de vue de la structure des dents. J'ai dès lors examiné les deux types cités plus haut, afin de voir quelles étaient la disposition et la forme de leurs ongles. Or, chez l'un et l'autre, au membre postérieur principalement, ces organes sont allongés et peu courbés. Rien de semblable n'existe chez *Arvicola arvalis*, *A. Nageri*, *A. alpinus*, *A. leucurus*, *A. Selysii*, *A. ibericus*, *A. subterranneus*, *A. rubidus*, *A. Baillonii*. Dans tous ces Campagnols, il n'existe point de différence entre la longueur et la disposition des ongles, dans les deux pattes, ou si elle existe, elle est fort difficilement saisissable. Cette observation nous semble de nature à légitimer la division de l'ancien genre *Arvicola* des mammalogistes, et à grouper d'un côté celles qui sont semblables à *A. amphibius*, d'un autre celles qui ressemblent à *Arvicola arvalis*.

» Ces observations sont évidemment confirmatives du principe déjà établi par M. de Blainville, principe que j'ai cité ailleurs (7),

(1) Loc. cit., p. 60.
(2) Loc. cit., p. 58.
(3) *Abhandlungen*, etc., 2e partie, p. 6.
(4) Id., Id., etc., p. 10.
(5) *Proc. of the zool. Soc. of London*, 1849, p. 129.
(6) *Proc. of the zool. Soc. of Lond.*, 1832, p. 2.
(7) Revue et Magasin de zoologie, 1851, p. 165.

et d'après lequel les ongles, chez les animaux aquatiques, sont d'autant plus développés que les habitudes aquatiques sont moins saillantes. Chez les Mammifères dont la vie entière se passe au sein des eaux, comme les Cétacés, ces organes sont nuls ou très atrophiés : ils sont plus saillants chez les Phoques, plus encore chez les Loutres. Chez tous les Rongeurs dont nous venons de parler, nous avons vu qu'ils étaient allongés et peu courbés, surtout au membre postérieur. Chez tous, la vie aquatique est moins complète, moins active.

» Dirigé par ces diverses observations, j'ai désiré voir si une semblable disposition se présentait chez d'autres Mammifères à pieds palmés. Je l'ai constatée, en arrière encore, parmi ceux qui n'offrent qu'une palmature, chez le *Myopotame*, l'*Ondatra*, le *Chironecte*. C'est en avant qu'elle se montre chez les *Desmans* et l'*Ornithorhynque* : mais, dans ces deux genres, les ongles postérieurs sont cependant plus développés qu'en avant.

» Tous ces faits établissent une certaine analogie entre ces Mammifères, et quelques genres d'Échassiers, tels que les Jacanas et les Kamichis, qui ont de même des ongles styliformes à des degrés divers. Une semblable forme nous est présentée, seulement par l'ongle du pouce, chez les Farlouses, les Bergeronnettes, les Lavandières. Or, tous les zoologistes savent que ces Passereaux fréquentent les localités plus ou moins humectées. Il est évident que tous ces faits s'harmonisent. Mais l'examen des Carnassiers, qui se trouvent dans les mêmes conditions (*Procyon cancrivorus*, *Canis cancrivorus*, *Felis lybicus*, *Felis cafra*), ne m'a pas donné des résultats semblables ; c'est à peine si chez un *Felis chaus* (celui donné autrefois à la Ménagerie par M. Clerambaut), j'ai pu observer des ongles postérieurs un peu plus développés que ceux du membre antérieur.

» Signalons, puisque l'occasion s'en présente, combien sont fréquentes, dans la faune mammalogique de l'Amérique du Sud, les espèces douées, à des degrés divers, d'habitudes aquatiques. Les divers Rongeurs que nous avons cités, le Cabiai, les Pacas, le *Procyon cancrivorus*, le *Canis cancrivorus*, parmi les Carnassiers, le Chironecte, parmi les Marsupiaux, le *Cervus paludosus*, parmi les Ruminants, nous semblent de nature à attester le fait. Je dois dire cependant, qu'en émettant cette assertion, je n'ai

point la prétention de déterminer et de fixer le caractère général de la faune mammalogique de l'Amérique du Sud ; je me borne, en ce moment, à signaler un rapport qui me semble exact.

» J'ajouterai que j'ai examiné également la forme et la disposition des ongles dans d'autres espèces de Muridés, les unes originaires d'Amérique, les autres de l'Inde. Chez le *Mus leucopus*, si semblable à notre Mulot, chez *A. messor* et *A. riparius*, ces organes sont plus courbés, plus faibles et dépourvus de l'inégalité de force que nous avons indiquée chez tant d'autres Rongeurs. Ces trois types, habitants des États-Unis, sont dès lors semblables, sous ce point de vue, à leurs congénères d'Europe. Le *Mus pilorides*, des Antilles, est doué, au contraire, d'ongles forts et bien incurvés. Il en est de même chez *Mus perchal* et chez *Mus giganteus*. Parmi les Muridés africains, les trois doigts médians du *Mus striatus* offrent en arrière, au contraire, des ongles droits. Une disposition semblable nous est offerte par le Muridé, du cap de Bonne-Espérance, que M. Desmarest a rapporté au *Mus pumilio* de Sparmann, mais qui, pour les zoologistes plus modernes, est devenu le type d'une espèce nouvelle.

» Ces diverses observations me semblent établir que les divers Rongeurs, même ceux de l'ancien monde, rapportés jusqu'ici au grand genre *Mus* de Linné, peuvent bien en être différents génériquement. Les rapports des ongles avec les organes de locomotion dans les animaux sont trop connus pour ne pas donner lieu de penser que la conjecture que je viens d'émettre est de nature à mettre sur la voie d'autres différences qui jusqu'ici ont, sans nul doute, échappé à l'attention des mammalogistes. »

Séance du 21 mars 1857.

CHIMIE. *Formation du soufre insoluble sous l'influence de la chaleur.* — M. Berthelot a communiqué à la Société dans cette séance la note suivante :

« Les phénomènes singuliers que présente le soufre soumis à l'action de la chaleur, l'accroissement graduel de sa viscosité et de sa coloration, à mesure que sa température s'élève, enfin sa transformation en soufre mou et en soufre insoluble sous l'influence d'un refroidissement brusque, ont été l'objet des expériences d'un grand nombre d'observateurs. M. Dumas a montré que

l'épaississement, la coloration du soufre fondu, et la formation du soufre mou constituent des phénomènes corrélatifs, tant au point de vue de leur intensité qu'à celui des températures nécessaires pour les produire. M. Despretz a établi que l'augmentation de viscosité du soufre est liée au décroissement anormal de son coefficient de dilatation. D'après les recherches de Frankenheim, un thermomètre, plongé dans du soufre graduellement chauffé ou refroidi, demeurerait stationnaire au voisinage de la température d'épaississement du soufre. Depuis, M. Regnault a étudié le dégagement de chaleur qui se produit dans le soufre mou porté à 98°. Enfin M. Ch. Deville a découvert l'existence du soufre insoluble dans le soufre brusquement refroidi ; il a examiné de nouveau l'influence de la température sur l'épaississement du soufre et sur la formation du soufre mou, ainsi que la marche du réchauffement et du refroidissement du soufre fondu.

» Sans revenir sur ces diverses observations, je me suis proposé d'étudier quelle influence exerce la température sur la formation du soufre insoluble, jusqu'à quel point les phénomènes que présente le soufre chauffé sont liés à la production de ces états particuliers du soufre, enfin s'il est possible de la rapprocher de celle du soufre insoluble formé par voie humide ; cette recherche m'a semblé d'autant plus utile que le soufre insoluble se distingue du soufre mou par sa permanence à la température ordinaire et par des relations toutes différentes avec le soufre octaédrique au point de vue des quantités de chaleur qu'il peut dégager (1).

» Les expériences qui vont suivre ont été exécutées avec du soufre octaédrique deux fois cristallisé dans le sulfure de carbone ; j'ai opéré presque constamment, y compris la trempe, dans une atmosphère d'acide carbonique, afin de prévenir toute complication chimique due à l'oxydation du soufre.

» Les températures indiquées sont celles du bain d'huile dans lequel je chauffais le soufre contenu lui-même dans une double enveloppe. Les conditions des expériences ont été rendues aussi comparables que possible.

» Le soufre fondu à 130° ou à 140°, puis brusquement refroidi,

(1) D'après les expériences de M. Favre, la chaleur de combustion du soufre amorphe est moindre que celle du soufre octaédrique. J. de pharm., 3e s., t. XXIV, p. 344 (1853).



demeure jaune, dur, entièrement soluble et cristallisable dans le sulfure de carbone.

» Le soufre fondu à 155°, puis brusquement refroidi, demeure jaune et dur; il renferme une trace de soufre insoluble.

» Le soufre fondu à 163°, puis brusquement refroidi, demeure dur; il renferme une très petite quantité de soufre insoluble.

» La dissolution sulfocarbonique évaporée abandonne, indépendamment du soufre cristallisable, une quantité presque impondérable de soufre devenu insoluble.

» Le soufre fondu à 170°, puis refroidi brusquement, demeure mou pendant quelque temps : il est peu coloré et durcit assez vite.

» Il renferme une grande quantité de soufre insoluble (1). La dissolution sulfocarbonique, évaporée, abandonne du soufre cristallisable et quelques traces de soufre devenu insoluble.

» Le soufre porté à 180°, ramené lentement jusqu'à 160°, puis refroidi brusquement, demeure dur, jaune : il renferme une petite quantité de soufre insoluble ; cette proportion est un peu supérieure à celle obtenue dans l'avant-dernière expérience ; mais elle est beaucoup plus faible que celle obtenue à 170°.

» Le soufre fondu à 185°, à 205°, à 217°, à 230°, à 250°, puis refroidi brusquement, demeure mou pendant quelque temps. Il renferme du soufre insoluble en quantité considérable. La solution sulfocarbonique, évaporée, laisse un peu de soufre devenu insoluble. La proportion du soufre insoluble formé à 170, à 185, à 205, à 230 degrés, a été trouvée à peu près la même, dans des conditions aussi semblables que possibles.

» Je n'ai pas cru devoir pousser plus loin mes observations; en effet, le soufre fondu à 300° et à 360°, d'après les expériences de MM. Ch. Deville, Schrötter et Magnus, fournit une grande quantité de soufre insoluble, ce qui établit la continuité de sa formation jusqu'à ces températures élevées.

» Des expériences précédentes, il paraît résulter que la forma-

(1) L'existence d'une variété de soufre mou soluble dans le sulfure de carbone, mais devenant insoluble durant les évaporations, a été découverte par M. Magnus dans l'étude du soufre mou obtenu par la chaleur. (*Ann. de Ph. et de Ch.*, 3ᵉ s., t. XLVII, p. 194.) Le soufre mou des hyposulfites présente des caractères analogues, mais encore plus tranchés.

tion du soufre insoluble commence vers 155°; mais alors elle est extrêmement faible. Vers 170°, cette formation est au contraire considérable, et demeure telle aux températures plus élevées. C'est donc surtout vers 170° que le soufre prend cet état particulier qui correspond au soufre insoluble.

» Or, c'est précisément vers la même température que le soufre fondu acquiert une viscosité et une coloration notables d'après les expériences de Bellani, de M. Dumas, de Fuchs et de M. Ch. Deville. C'est encore vers la même température que commence la formation du soufre mou, d'après les trois derniers observateurs. Vers cette température se trouve également le coefficient de dilatation minimum du soufre liquide d'après M. Despretz. Car, selon ce physicien, le coefficient de dilatation du soufre entre

110°	et 130°	est égal à	0,000622
130	150		0,000540
150	200		0,000352
200	250		0,000381

On voit qu'entre 150° et 200° ce coefficient éprouve une diminution considérable et passe par un minimum très remarquable.

» Enfin les expériences de M. Ch. Deville sur la vitesse du réchauffement et sur la vitesse du refroidissement du soufre fondu indiquent également vers cette température un point singulier. En effet, dans les observations de ce chimiste, la vitesse du réchauffement, rapidement croissante jusque vers 160°, demeure stationnaire de 180° à 230°, pour se ralentir ensuite, comme si dans cet intervalle « le soufre en fusion laissait dégager une certaine quan» tité de chaleur latente. » Au contraire, la vitesse du refroidissement, plus lente vers 200° et vers 150°, est rapidement croissante au voisinage de 170°, comme s'il y avait à ce moment absorption de chaleur latente.

» Cet accord de tant d'expériences faites à des points de vue divers et à des époques éloignées est très digne de remarque. Il montre que la viscosité croissante du soufre, la marche de sa dilatation, celle de son réchauffement et de son refroidissement, enfin la formation du soufre mou et celle du soufre insoluble, sont des phénomènes corrélatifs ; ils se produisent simultanément et au voisinage des mêmes limites de température.

» On est dès lors conduit à penser que les états permanents que présente le soufre à la température ordinaire ne sont pas accidentels et dus à des causes purement physiques, je veux dire au refroidissement brusque et à une conservation anormale de chaleur latente. Cette hypothèse, assez vraisemblable tant que l'on a connu seulement le soufre mou, lui demeure applicable ; mais elle ne saurait expliquer ni la formation du soufre insoluble, ni les circonstances relatives au rôle de ce soufre dans les combinaisons. Quand cette substance se produit sous l'influence de la chaleur, son origine paraît liée à l'état même que prend le soufre au voisinage de 170° et au-dessus. Vers cette température, le soufre change de nature : jusque-là, il possédait l'état moléculaire correspondant au soufre cristallisable,jouant le rôle d'élément comburant ; mais, sous l'influence de la chaleur, les conditions de sa stabilité se modifient,et il tend à se manifester avec certaines des qualités qui correspondent au soufre insoluble jouant le rôle d'élément combustible. Réciproquement, le soufre refroidi lentement au-dessous de 170° repasse à l'état de soufre cristallisable,mais sans y revenir instantanément. Aussi,s'il est refroidi brusquement,il traverse la période de liquidité, devenue trop courte, sans changer entièrement de nature, et une portion du soufre solidifié conserve un état moléculaire plus ou moins analogue à celui qu'il possédait au-dessus de 170°. C'est le soufre amorphe et insoluble, dont l'existence est précédée par celle d'un soufre mou correspondant. La stabilité relative de cet état nouveau paraît assurée surtout par la nature solide du soufre refroidi. Ces considérations représentent assez fidèlement l'ensemble des phénomènes que le soufre manifeste sous l'influence de la chaleur ; elles conduisent à les attribuer à une transformation chimique proprement dite.

» Pour établir ces opinions sur une base plus solide, il faudrait prouver que la totalité du soufre se trouve en effet à 170° et au-dessus dans un état correspondant au soufre insoluble. Or, dans les conditions ordinaires, le soufre refroidi brusquement renferme tout au plus 30 à 40 centièmes de soufre insoluble. Un résultat aussi partiel a été expliqué plus haut par cette considération que le souffre repasse nécessairement par la période de liquidité inférieure à 170°, durant laquelle il tend à reprendre l'état correspondant au souffre cristallisé. Mais on peut prévenir beaucoup

plus complétement cette transformation en étudiant de très près les conditions dans lesquelles elle s'opère. En effet, la proportion du soufre insoluble varie extrêmement dans une même opération, selon la durée du refroidissement, laquelle dépend du rapport entre la masse du soufre et sa surface, de son état de combustion au moment où on le coule, de la conductibilité calorifique du liquide dans lequel on le verse, de la température à laquelle ce liquide peut entrer en ébullition, etc., etc.

» Ainsi le soufre, réduit en filaments très minces ou en granules très petits, au moment où on le coule dans l'eau, est beaucoup plus riche en soufre insoluble que le soufre coulé sans précautions spéciales : il peut renfermer jusqu'à 61 centièmes de soufre insoluble.

» Si on verse le soufre fondu dans l'éther, le refroidissement est rendu très rapide par la vaporisation de l'éther et par le peu d'élévation de son point d'ébullition ; de plus, les vapeurs d'éther brusquement formées réduisent le soufre en pellicules extrêmement minces. Dans ces conditions on obtient jusqu'à 71 centièmes de soufre insoluble.

» On peut aller plus loin encore, en s'appuyant sur des considérations très délicates empruntées à la stabilité du soufre insoluble formé par la chaleur, et aux relations qui existent entre cette substance et les corps propres à le modifier au contact, par affinité prédisposante, ou, plus généralement, en vertu de leurs propriétés électronégatives.

» Dans la transformation du soufre fondu en soufre insoluble s'observent deux phases successives : d'abord le soufre brusquement refroidi devient mou, transparent, élastique ; à ce moment, s'il a été réduit en filaments ou en granules très minces, il est presque entièrement insoluble dans le sulfure de carbone. Mais peu à peu, et surtout au contact d'un dissolvant, le soufre blanchit et cristallise, et devient en grande partie soluble dans le sulfure de carbone.

» J'ai pensé qu'il serait possible de s'opposer à cette seconde période de la transformation, de façon à obtenir à l'état solide presque tout le soufre insoluble primitivement formé : il suffit en effet d'augmenter sa stabilité par le contact de certains corps électronégatifs. Voici comment :

» Le soufre insoluble préparé par le refroidissement brusque du soufre fondu constitue la moins stable de toutes les variétés; l'alcool bouillant la dissout conformément aux observations de M. Ch. Deville (Ann. de Ph. et de Ch. 3e s., XLVII, 103). Il suffit même, comme je l'ai signalé, de la faire bouillir pendant quelques minutes avec une petite quantité d'alcool absolu pour transformer par action de contact la portion non dissoute en soufre soluble dans le sulfure de carbone et cristallisable. Par cette action de l'alcool et par diverses autres, le soufre insoluble obtenu par la chaleur se distingue de l'état le plus stable que puisse prendre le soufre combustible, à savoir celui du soufre extrait du chlorure et du bromure de soufre. Mais toutes les variétés de soufre insoluble peuvent être ramenées à cet état limite au contact de certains corps électronégatifs; on peut même, sans atteindre ce terme extrême, augmenter la stabilité du soufre insoluble obtenu par la chaleur et lui communiquer des propriétés analogues à celles du soufre insoluble extrait de la fleur de soufre, variété moins stable que celle du chlorure, mais cependant susceptible de résister à l'action de l'alcool (1). Il suffit de maintenir le soufre insoluble obtenu par la chaleur en contact pendant plusieurs jours avec les acides minéraux puissants. L'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique exercent dans ce sens une action réelle, quoique très incomplète, mais l'acide sulfureux et l'acide nitrique fumant jouissent à un haut degré de cette propriété et provoquent par contact la transformation d'une proportion considérable du soufre insoluble obtenu par la chaleur, dans la variété correspondante à la fleur du soufre (2). Cette propriété de l'acide sulfureux me paraît d'ailleurs expliquer la stabilité du soufre insoluble de la fleur de soufre, laquelle s'est refroidie dans une atmosphère d'acide sulfureux. Elle explique encore le phénomène suivant : si l'on coule dans l'eau le soufre enflammé et réduit en filaments très minces, le soufre insoluble ainsi formé renferme, en proportion considérable, la même variété, produite sous des influences semblables.

» C'est en m'appuyant sur ces propriétés que j'ai pu arriver à

(1) Cette variété présente, à la couleur près, les mêmes caractères que le soufre rouge de M. Magnus.

(2) Je n'ai trouvé aucun corps susceptible de transformer par simple action de contact le soufre octaédrique en soufre insoluble.

obtenir le maximum de soufre insoluble. Le soufre coulé dans l'eau en granules très fins, puis conservé sous une couche d'acide nitrique fumant ou d'acide sulfureux, a fourni jusqu'à 75 cent. de son poids (acide nitrique) et même jusqu'à 86 centièmes (acide sulfureux) de soufre définitivement insoluble. On peut encore augmenter, mais à un moindre degré, la proportion du soufre insoluble, en incorporant une petite quantité d'un corps électro-négatif, l'iode, dans le soufre lui-même, avant de le refroidir brusquement. Malgré diverses complications secondaires dues à la combinaison qui se forme en même temps, j'ai pu obtenir ainsi un soufre renfermant jusqu'à 67 cent. de soufre insoluble, et cela dans des conditions où le soufre, traité isolément, a fourni seulement 29 cent. de soufre insoluble.

» Les faits qui précèdent confirment la relation que je cherche à établir entre la formation du soufre insoluble par voie humide, et la formation du soufre insoluble analogue produit sous l'influence de la chaleur. Ils prouvent d'ailleurs que si le soufre brusquement refroidi ne peut se changer complétement en soufre insoluble, en raison des circonstances mêmes du refroidissement, on peut du moins obtenir la plus grande partie du soufre sous forme insoluble en opérant dans des conditions convenables. Les mêmes remarques s'appliquent au soufre insoluble préparé par voie humide. Ce soufre se forme constamment dans la décomposition de ces combinaisons où il joue le rôle d'élément combustible, mais il est toujours accompagné d'une certaine proportion de soufre cristallisable régénéré en même temps ou consécutivement. La formation de cette dernière substance paraît due à sa stabilité plus grande, surtout au moment où le soufre n'a pas encore acquis sa cohésion définitive. Une complication analogue s'observe dans toutes les transformations du même ordre (ozone, phosphore rouge, etc.), et dans un grand nombre de réactions chimiques. Mais quelle que soit l'influence de ces causes perturbatrices dans la formation par voie humide du soufre insoluble jouant le rôle d'élément combustible, on peut en atténuer et souvent même en annuler presque entièrement l'effet. En décomposant convenablement une combinaison quelconque où le soufre joue le rôle d'élément combustible, on peut en général parvenir à extraire presque tout le soufre à l'état amorphe et insoluble. Ces conditions sont développées dans

le mémoire dont j'ai eu l'honneur d'exposer les résultats à la Société. »

Séance du 11 avril 1857.

ZOOLOGIE. *Sur la persistance, pendant plus de deux ans, des prolongements frontaux, chez un Cerf des Philippines, persistance ayant coïncidé avec des exostoses.* — Sous ce titre M. Pucheran a lu à la Société, dans cette séance, la note suivante.

« Les espèces de Ruminants, faisant partie de la tribu des Cerviens, offrent, dans les divers actes de leur existence, une régularité assez constante, de plus en plus confirmée par l'observation. Les deux mues annuelles, la chute des bois, la crise génitale, celle de la parturition, s'opèrent chez elles à des époques assez fixes pour mériter, de la part du zoologiste, la dénomination de *phénomènes périodiques*. Un fait récent que j'ai pu constater et dont l'explication se trouve peut-être dans les divers détails que je vais présenter, m'a semblé digne d'être porté à la connaissance des zoologistes, car il a présenté des conditions tout à fait exceptionnelles.

» Le sujet de ces observations est un *Cerf des Philippines*, qui a vécu à la ménagerie du Muséum d'histoire naturelle de Paris depuis le mois d'août 1851 jusqu'en juin 1856. Cet individu a normalement laissé tomber ses bois en 1852 et 1853 : en 1854, la tête ne s'est point dépouillée, et ce n'est qu'en 1855, le 7 septembre, que cet acte s'est accompli. Cet animal a donc porté ses bois pendant plus de deux ans, car, en 1853, ils étaient tombés le 21 juillet. C'est la première fois qu'un fait semblable se présente à mon observation, et je n'ai nulle connaissance que rien d'analogue ait été constaté par les divers mammalogistes qui se sont occupés des Cerviens.

» Quelque insolite que me parût ce retard dans la chute des prolongements frontaux, je ne songeais nullement à chercher quelle pouvait en être la cause, lorsqu'après la mort du Ruminant qui avait présenté ce fait, je fus prévenu par M. Gratiolet que le squelette de cet individu constituerait un triste exemplaire pour les galeries d'anatomie comparée du Muséum, car il portait des exostoses sur certaines de ses parties. J'ai pu constater, en effet, qu'il existe des excroissances osseuses, des deux côtés, sur la face antérieure du radius et sur son extrémité articulaire avec

les os du carpe. Il en est de même pour le cubitus; des deux côtés, à son extrémité inférieure et à l'olécrâne : les exostoses constituent une plaque assez étendue. L'osselet rudimentaire du métacarpe présente, du côté droit, des excroissances de même nature. Sur la tête osseuse, la région mastoïdienne m'a offert, des deux côtés, de semblables productions, et j'en ai retrouvé un indice sur l'os molaire, dans la partie droite du crâne.

» Les perches qui sont restées deux ans sur la tête de ce Cerf sont plus pesantes et plus lourdes que celles qu'il a laissé tomber en 1856, quelque temps avant sa mort. La partie de leurs surfaces qui était adhérente aux meules est cependant moins large. Ces perches sont également plus allongées : mesurées depuis la couronne jusqu'à l'extrémité postérieure de l'andouiller supérieur, elles dépassent d'un côté trente-quatre centimètres, et de l'autre trente-deux. Le bois tombé en 1856 donne seulement en longueur 25 centimètres d'un côté et 27 de l'autre. Ces différences semblent de nature à faire présumer que l'accroissement de l'ancien bois a été plus prolongé : il a en effet, non-seulement gagné en longueur, mais encore en largeur. Ajoutons que le nombre des andouillers est resté le même.

» Quel rapport a pu exister entre la lenteur de la formation du nouveau bois d'une part, et la production des exostoses d'autre part ? Quel est, dans la coïncidence de ces deux faits, le fait initial ? La question me paraît très difficile à résoudre, avec le secours d'une seule observation. Un instant j'ai espéré pouvoir la confirmer sur deux Cerfs américains de la ménagerie du Muséum, dont les refaits étaient lents à se produire et même se produisaient difformes : malheureusement, je n'ai pu suivre l'expérience, nos deux individus ayant succombé.

» Mais, malgré la difficulté d'explication du fait que je viens d'exposer, je crois devoir lui donner de la publicité, afin d'attirer l'attention des zoologistes placés dans des conditions favorables pour en observer de semblables. Les anomalies de forme et de disposition des bois de Cerfs, celles qu'ils présentent par suite de diminution ou d'augmentation dans le nombre de leurs andouillers ne peuvent, quand on y réfléchit, être expliquées et ramenées à leurs causes productrices que par des observations faites dans les ménageries. Mais il faut saisir les occasions, car des prolon-

gements frontaux mal conformés remplacent et sont presque toujours remplacés par d'autres plus réguliers. Ces études, commencées sur des anomalies, permettront peut-être plus tard d'arriver à l'explication de ce fait si mystérieux de la production d'un organe qui tombe tous les ans, et tous les ans se reproduit, tantôt semblable, tantôt différent de celui qui l'a précédé. »

CHIMIE. *Analyse des gaz carbonés.* — La note suivante a été lue aussi par M. Berthelot dans la même séance.

« L'étude d'un mélange de gaz hydrocarbonés est l'un des problèmes les plus délicats que l'analyse chimique puisse se proposer de résoudre. Leur nombre, la grande analogie qui existe entre leurs propriétés, entre leurs réactions, entre la nature et la proportion de leurs éléments, tout concourt à rendre difficile la reconnaissance de ces gaz et surtout leur séparation. Ce n'est pas là d'ailleurs une difficulté purement abstraite et forgée à plaisir : l'analyse d'un mélange de gaz hydrocarbonés se présente d'elle-même dans l'étude des gaz pyrogénés, et j'ai dû la résoudre tout d'abord dans mes expériences sur la synthèse des carbures d'hydrogène.

» L'analyse d'un tel mélange gazeux met en défaut les méthodes ordinaires de l'eudiométrie. En effet, on sait que pour analyser un mélange de gaz inflammables, on se borne en général à brûler ce mélange par un excès d'oxygène et à déterminer le volume de l'acide carbonique formé et la diminution de volume produite par la combustion (1). D'où résultent 3 données numériques: volume initial, volume de l'acide carbonique produit, diminution de volume produite par la combustion. Pour tirer parti de ces données, on suppose en général le mélange formé par 3 gaz qualitativement connus, et on calcule leur proportion en comparant aux 3 nombres déterminés par l'expérience les résultats théoriques qui résulteraient de la combustion des trois gaz supposés. Mais si la nature des gaz est inconnue, ou si leur nombre est supérieur à 3, l'analyse eudiométrique ne saurait fournir aucun résultat calculable, car le problème est indéterminé. Bien plus, il existe tel

(1) M. Regnault remplace les mesures de volume par des déterminations de pression, ce qui ne change rien au sens général des indications de la méthode.

mélange de deux gaz qui peut fournir exactement les mêmes résultats eudiométriques qu'un mélange de deux autres gaz ou même qu'un gaz unique ; j'emprunterai à l'expérience quelques exemples remarquables de ce genre d'indétermination :

» 1. Le propylène, C^6H^6, analysé par combustion, fournit les mêmes résultats qu'un mélange à volumes égaux de gaz oléfiant, C^4H^4, et de butylène, C^8H^8: $2C^6H^6 = C^4H^4 + C^8H^8$; car il renferme les mêmes éléments, dans les mêmes proportions et sous le même volume. Ainsi le propylène pur, ou mélangé avec d'autres gaz, ne saurait être distingué d'un mélange de gaz oléfiant et de butylène, si l'on opère son analyse par la combustion seule.

» 2. Le gaz des marais, C^2H^4, analysé par combustion, fournit les mêmes résultats qu'un mélange à volumes égaux d'hydrogène et d'hydrure d'éthyle, C^4H^6 : $2C^2H^4 = C^4H^6 + H^2$; ou qu'un mélange de 2 volumes d'hydrogène et d'un volume d'hydrure de propyle, C^6H^8 : $3C^2H^4 = C^6H^8 + 2H^2$; ou qu'un mélange de 3 volumes d'hydrogène et d'un volume d'hydrure de butyle, C^8H^{10} : $4C^2H^4 = C^8H^{10} + 3H^2$; car ces divers mélanges renferment les mêmes éléments, dans les mêmes proportions et sous le même volume. On voit encore que l'hydrure d'éthyle peut être confondu soit avec un mélange d'hydrogène et d'hydrure de propyle : $3C^4H^6 = 2C^6H^8 + H^2$; soit avec un mélange d'hydrogène et d'hydrure de butyle : $2C^4H^6 = C^8H^{10} + H^2$; soit avec un mélange de gaz des marais et d'hydrure de propyle : $2C^4H^6 = C^2H^4 + C^6H^8$, etc. — Ces divers cas d'indétermination sont très importants, car ils expliquent pourquoi on n'a jamais signalé les carbures C^4H^6, C^6H^8, C^8H^{10}, dans l'analyse des gaz pyrogénés : ils s'y trouvent probablement mélangés avec un excès d'hydrogène, et dès lors ils ont dû être confondus avec le gaz des marais.

» 3. Les exemples suivants sont relatifs au mélange de 2 gaz carbonés équivalent au mélange de 2 autres. Le propylène mêlé avec son volume d'hydrogène et analysé par combustion fournit les mêmes résultats qu'un mélange à volume égaux de gaz oléfiant et de gaz des marais : $C^6H^6 + H^2 = C^4H^4 + C^2H^4$; de même $C^8H^8 + H^2 = C^4H^6 + C^4H^4 = C^2H^4 + C^6H^6$: $C^8H^8 + 2H^2 = 2C^2H^4 + C^4H^4$, etc.

» 4. Enfin voici un exemple d'indétermination dans lequel l'analyse par combustion ne peut même pas assigner le rapport entre

le carbone et l'hydrogène contenu dans un mélange de 2 gaz combustibles. Le propylène, analysé par combustion, fournit les mêmes résultats qu'un mélange de 2 volumes d'hydrure de butyle et d'un volume d'oxyde de carbone: $3C^6H^6 = 2C^8H^{10} + CO$; car les deux systèmes exigent pour brûler 4 $\frac{1}{2}$ fois leur volume d'oxygène et produisent 3 fois leur volume d'acide carbonique.

» Je ne multiplierai pas davantage ces exemples d'indétermination; ils comprennent des gaz dont la formation s'observe fréquemment et ils justifient l'intervention de procédés spéciaux dans l'analyse des gaz carbonés. Déjà M. Bunsen s'est préoccupé de l'un des cas particuliers cités plus haut, celui du gaz des marais équivalent à un mélange d'hydrogène et d'hydrure d'éthyle (1), il a proposé de résoudre le problème en recourant aux coefficients de solubilité, méthode fort rigoureuse, mais d'une exécution délicate et applicable au gaz pur ou à un mélange de 2 gaz seulement, mais non à deux gaz déjà mélangés avec un grand nombre d'autres, ce qui est le cas le plus fréquent.

» Les procédés que je vais indiquer n'exigent aucune détermination distincte des mesures eudiométriques ordinaires; ils reposent sur l'emploi systématique de dissolvants, déjà proposés pour la plupart par divers expérimentateurs; ils ont pour objet non-seulement d'absorber un ou plusieurs des gaz contenus dans un mélange, mais encore de constater la composition précise des gaz absorbés. En voici le principe:

» On brûle par l'oxygène une portion du mélange gazeux de façon à obtenir les 3 données numériques signalées plus haut (volume initial, volume de l'acide carbonique, diminution finale du volume); puis on traite une autre portion du mélange gazeux par un dissolvant quelconque, ou même par plusieurs dissolvants successifs; on détermine très exactement la diminution définitive de volume éprouvée par le mélange qui a subi l'action des dissolvants. On brûle le résidu gazeux par l'oxygène et on obtient 3 nouvelles données numériques, lesquelles, comparées aux trois premières, permettent de calculer quels résultats eudiométriques aurait fournis la combustion de la portion du mélange primitif absorbée par les dissolvants: d'où l'on peut, en général, conclure la composition

(1) Ou plus exactement d'hydrogène et de méthyle, gaz isomère de l'hydrure d'éthyle. *Ann. de phys. et de ch.*, 3e s. XLIII, 506.

de cette portion elle-même. On peut mettre à part une portion du résidu gazeux non absorbé par les premiers dissolvants et la traiter de nouveau soit par les mêmes agents, soit par un nouveau dissolvant. On mesure exactement la nouvelle absorption et on brûle le deuxième résidu par l'oxygène, d'où l'on tire de nouvelles données numériques et de nouvelles conclusions relatives à la composition de la portion gazeuse absorbée par le dernier dissolvant. On peut opérer de la même manière sur une portion du deuxième résidu gazeux et ainsi de suite. Enfin on peut contrôler les résultats les uns par les autres en soumettant le mélange primitif à l'action de divers dissolvants.

» La méthode qui précède se prête à l'application des mesures les plus précises : la seule condition à remplir, c'est que les dissolvants ne cèdent au mélange analysé aucun gaz permanent non susceptible d'être éliminé par l'action d'un dissolvant ultérieur.

» Cette application de la méthode des dissolvants aux mélanges gazeux rappelle son emploi vis-à-vis des mélanges liquides ou solides dans les expériences de M. Chevreul : il suffit, pour la rendre efficace, que l'action des dissolvants se porte sur certains éléments d'un mélange gazeux de préférence aux autres. Aussi est-il bon d'employer autant que possible un dissolvant susceptible d'agir d'une manière exclusive ou presque exclusive sur l'un des éléments d'un mélange, d'où résultent à la fois un caractère qualifitatif et des données quantitatives. Dans ce cas spécial, on peut admettre comme première approximation que l'action s'est portée uniquement sur l'un des gaz mélangés, hypothèse que doivent justifier les résultats calculés de sa combustion. On obtient ainsi des valeurs approchées suffisantes dans l'étude de la plupart des réactions : car cette étude exige plutôt la connaissance exacte de la nature des principaux éléments d'un mélange gazeux que celle de la proportion absolue de ces mêmes éléments. On peut d'ailleurs, suivant des procédés de calcul bien connus, se servir de cette première approximation pour arriver à des valeurs tout à fait rigoureuses. Seulement, l'existence des gaz représentés par de très petits nombres doit être tenue pour suspecte et peut résulter des erreurs d'expérience.

» Indépendamment des résultats calculés par la méthode précédente, la nature des gaz absorbés par les dissolvants mis en jeu

peut, en général, être soumise à des vérifications qualitatives. En effet, les dissolvants employés appartiennent à deux catégories : les uns forment avec l'un des gaz contenus dans le mélange une combinaison stable et définie, susceptible d'être étudiée isolément, telle, par exemple, que la liqueur des Hollandais bromée, produite par l'action du brome sur le gaz oléfiant; les autres dissolvants agissent sans former de combinaison proprement dite; mais soumis à l'ébullition ou même mélangés avec l'eau, ils peuvent dégager de nouveau, en tout ou en partie, le gaz qu'ils ont dissous, et dès lors permettre son analyse directe.

» J'indiquerai d'abord la liste des gaz hydrocarbonés et autres sur lesquels ont porté plus spécialement mes expériences; j'exposerai en quelques mots les caractères analytiques et l'action que les dissolvants employés peuvent exercer sur chacun d'eux; je terminerai par des exemples destinés à préciser les généralités qui précèdent et à montrer l'application de la méthode dans des cas très divers empruntés à des recherches plus générales.

» Je représenterai les gaz hydrocarbonés par des formules telles que leur équivalent corresponde à un volume quadruple de celui qui répond à l'équivalent de l'oxygène, $O=8$.

» I. Hydrogène $=H^2$. $H^2+O^2=2HO$. — Un volume de ce gaz exige, pour brûler, un demi volume d'oxygène, le tout s'annule et la diminution finale est égale à $1\frac{1}{2}$ fois le volume du gaz primitif. Si donc on représente le volume primitif par a, le volume de l'acide carbonique produit par b, la diminution finale par c, et le volume de l'hydrogène par x, on aura ; $x=a$; $0=b$; $\frac{3}{2}x=c$. L'hydrogène est presque insoluble dans tous les dissolvants connus.

» II. Oxyde de carbone $=C^2O^2$. $C^2O^2+O^2=C^2O^4$. — Un volume de ce gaz exige pour brûler un demi-volume d'oxygène ; il produit un volume d'acide carbonique ; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à $1\frac{1}{2}$ fois le volume du gaz primitif. On a donc en désignant par y le volume de l'oxyde de carbone : $y=a$; $y=b$; $\frac{3}{2}y=c$. L'oxyde de carbone est presque insoluble dans tous les dissolvants connus, excepté dans les dissolutions des sels de protoxyde de cuivre, lesquelles l'absorbent en grande quantité. J'ai particulièrement employé à cet objet le protochlorure de cuivre dissous dans l'acide

chlorhydrique. Cette liqueur peut prendre jusqu'à 15 et 20 volumes d'oxyde de carbone. Un gaz agité avec la moitié de son volume de cette liqueur perd, en totalité ou sensiblement, l'oxyde de carbone qu'il renferme. Soumise à l'ébullition, la liqueur dégage de nouveau le gaz dissous, mais en retenant les dernières traces avec opiniâtreté. — Le protochlorure de cuivre dissout également l'oxygène (auquel il se combine), le gaz oléfiant, le le propylène et le butylène. —Ce réactif attaque le mercure. Les gaz qui ont subi l'action du protochlorure de cuivre se trouvent chargés de vapeurs chlorhydriques qu'il est nécessaire d'éliminer par l'eau ou par la potasse. L'oxyde de carbone se combine très lentement avec la potasse, même à la température ordinaire, circonstance qu'il ne faut pas oublier dans les analyses.

» III. Gaz des marais $=C^2H^4$. $C^2H^4+O^8=C^2H^4+4HO$. —Un volume de ce gaz exige pour brûler 2 volumes d'oxygène ; il produit un volume d'acide carbonique ; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à 3 fois le volume du gaz primitif. On a donc en désignant par z le gaz des marais : $z=a$; $z=b$; $3z=c$. Le gaz des marais est très peu soluble dans les divers dissolvants (eau, acide sulfurique, brome, protochlorure de cuivre, etc.), bien qu'il s'y dissolve en proportion plus sensible que l'hydrogène ou l'oxyde de carbone. Dans certains cas, désirant isoler de l'hydrogène le gaz des marais, j'ai traité le mélange par son volume d'alcool absolu bien purgé d'air ; cet alcool a dissous une partie du gaz des marais. Soumis à l'ébullition, il a dégagé ce gaz dans un état de pureté presque absolu : seulement j'ai dû laver le gaz avec de l'eau pour enlever les vapeurs d'alcool ; l'acide sulfurique peut également remplir cette dernière indication.

» IV. Gaz oléfiant ou éthylène $=C^4H^4$. $C^4H^4+O^{12}=2C^2O^4+4HO$. — Un volume de ce gaz exige pour brûler 3 volumes d'oxygène ; il produit 2 volumes d'acide carbonique ; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à 4 fois le volume du gaz primitif. On a donc, en désignant par w le gaz oléfiant : $w=a$; $2w=b$; $4w=c$. Le gaz oléfiant est peu soluble dans l'eau ; assez soluble dans l'alcool, dans les liquides inflammables et dans le protochlorure de cuivre : il peut être dégagé par l'ébullition de ces diverses dissolutions. Le gaz oléfiant éprouve

d'une manière caractéristique l'action des corps halogènes, chlore, brome, iode. Le brome l'absorbe très rapidement avec formation de liqueur des Hollandais bromée (bromure d'éthylène). Cette expérience peut se faire en introduisant dans un petit flacon plein d'eau un volume mesuré du mélange gazeux, puis quelques décigrammes de brome contenu dans un petit tube : on opère sur la cuve à l'eau ; on ferme le flacon, on l'agite jusqu'à ce qu'il soit rempli de vapeur de brome ; on enlève celle-ci avec un peu de potasse et on mesure le résidu. — Après l'absorption, le brome traité par la potasse abandonne le bromure d'éthylène formé : on peut au besoin dégager le gaz de son bromure par des procédés que je décrirai ultérieurement. Le chlore gazeux se combine au gaz oléfiant et forme de la liqueur des Hollandais, mais son emploi ne se prête guère à des mesures même grossières. L'iode s'unit au gaz oléfiant et forme un composé solide caractéristique, mais la combinaison est très lente et exige d'ordinaire le concours de la chaleur ou de la lumière solaire : il suffit de chauffer avec de la potasse l'iodure d'éthylène ainsi formé pour dégager à l'état pur une partie du gaz qui l'a formé. — L'action de l'acide sulfurique sur le gaz oléfiant est très propre à le caractériser. L'acide sulfurique fumant l'absorbe assez rapidement avec formation d'acide isothionique, lequel n'est pas apte à régénérer des éthers par double décomposition. L'acide sulfurique monohydraté agité 15 ou 20 fois avec du gaz oléfiant ne l'absorbe qu'en très faible proportion ; mais si l'on prolonge pendant très longtemps l'agitation, le gaz s'absorbe d'une manière graduelle et continue : le gaz oléfiant se trouve entièrement absorbé au bout de 2 000 à 3 000 secousses, pourvu que l'on opère sur un volume inférieur à 1 litre, dans des flacons contenant du mercure. La manière dont s'opère cette absorption est tout à fait caractéristique du gaz oléfiant et permet de le distinguer des autres carbures analogues tels que le propylène et le butylène : ces carbures sont également absorbables par le brome, mais ils se combinent immédiatement avec l'acide sulfurique concentré. Le gaz oléfiant absorbé par l'acide sulfurique donne encore lieu à de nouvelles vérifications : en effet, l'acide étendu d'eau et saturé par le carbonate de baryte fournit, après évaporation, du sulfovinate de baryte cristallisé ; et ce sel chauffé à 200° dans un bain d'huile avec du benzoate de potasse produit de

l'éther benzoïque : on peut obtenir la formation de l'éther benzoïque, même en opérant sur quelques dizaines de centimètres cubes. Le gaz oléfiant analysé par combustion fournit les mêmes résultats que le gaz éthérméthylique, $C^2H^3O=2$ volumes ; mais ce dernier corps est très soluble dans l'eau et dans l'acide sulfurique. Les divers caractères qui précèdent permettront de reconnaître avec certitude le gaz oléfiant dans les mélanges les plus complexes.

» V. Hydrure d'éthyle $=C^4H^6$. $C^4H^6+O^{14}=2C^2O^4+6HO$. — Un volume de ce gaz exige pour brûler $3\frac{1}{2}$ volume d'oxygène; il produit 2 volumes d'acide carbonique; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à $4\frac{1}{2}$ fois le volume du gaz primitif. On a donc, en désignant par v l'hydrure d'éthyle $v=a$; $2v=b$; $4\frac{1}{2}v=c$. Ce gaz est très peu soluble dans l'eau, dans le protochlorure de cuivre, dans le brome et dans l'acide sulfurique concentré ; il est assez soluble dans l'alcool absolu, lequel peut servir à l'isoler de son mélange avec l'hydrogène et l'oxyde de carbone. On dégage l'hydrure d'éthyle de sa dissolution alcoolique, soit par l'ébullition, soit par l'addition de l'eau, puis on le purifie des vapeurs d'alcool par l'eau ou par l'acide sulfurique. Ce gaz est isomère avec le méthyle, $C^2H^3=2$ volumes, et présente la même condensation ; mais on ne connaît guère de méthodes propres à l'en distinguer, indépendamment de son origine. Il serait encore possible que l'hydrure d'éthyle préparé au moyen de l'éther iodhydrique, C^4H^5I, et l'hydrure d'éthylène préparé au moyen du bromure d'éthylène, $C^4H^4Br^2$, ne fussent pas identiques ; c'est sur le dernier gaz que mes expériences ont porté.

» VI. Propylène $= C^6H^6$. $C^6H^6+O^{18}=3C^2O^4+6HO$. — Un volume de ce gaz exige pour brûler $4\frac{1}{2}$ volumes d'oxygène ; il produit 3 volumes d'acide carbonique. Après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à $5\frac{1}{2}$ fois le volume du gaz primitif. On a donc, en désignant par u le propylène : $u=a$; $3u=b$; $5\frac{1}{2}u=c$. — Ce gaz est très peu soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool absolu et dans les liquides inflammables ; le protochlorure de cuivre le dissout dans une proportion notable, quoique plus faible que le gaz oléfiant. On peut dégager par l'ébullition le propylène de ces diverses dissolutions. Le chlore, le brome, l'absorbent en formant des composés analogues à ceux de l'éthylène : la réaction est même sensiblement plus rapide

entre le propylène et le brome ou le chlore, qu'entre l'éthylène et ces deux mêmes substances. L'iode absorbe également le propylène, mais avec lenteur. On peut dégager de nouveau le propylène de son iodure par la potasse, et de son bromure par des procédés qui seront décrits plus tard. L'acide sulfurique fumant l'absorbe très rapidement en formant de l'acide propylthionique, dénué, comme l'acide iséthionique, de la propriété de former des éthers par double décomposition. L'acide sulfurique monohydraté absorbe entièrement le propylène au bout de 15 à 20 secousses : il forme de l'acide propylsulfurique susceptible d'être changé en propylsulfate de baryte, puis en éther propylbenzoïque : ces deux transformations sont un peu plus délicates à opérer qu'avec l'éthylène, parce que les propylsulfates sont moins stables que les sulfovinates.

» VII. Hydrure de propyle $=C^6H^8$. $C^6H^8+O^{20}=3C^2O^4+8HO$. Un volume de ce gaz exige pour brûler 5 volumes d'oxygène; il produit 3 volumes d'acide carbonique; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à 6 fois le volume du gaz primitif. On a donc, en désignant par t l'hydrure de propyle, $t=a$; $3t=b$; $6t=c$. — Ce gaz est très peu soluble dans l'eau, dans le brome, dans l'acide sulfurique concentré, dans le protochlorure de cuivre. Mais il est extrêmement soluble dans l'alcool absolu, dont l'emploi permet de l'isoler des gaz peu solubles dans ce liquide. L'hydrure de propyle est isomère avec le méthyléthyle, $C^2H^3C^4H^5$, gaz dont l'existence est très probable.

» VIII. Butylène $=C^8H^8$. $C^8H^8+O^{24}=4C^2O^4+8HO$. — Un volume de ce gaz exige pour brûler 6 volumes d'oxygène; il produit 4 volumes d'acide carbonique; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à 7 fois le volume du gaz primitif. On a donc, en désignant par s le butylène : $s=a$; $4s=b$; $7s=c$. Les autres propriétés de ce gaz sont sensiblement les mêmes que celles du propylène.

» IX. Hydrure de butyle $=C^8H^{10}$. $C^8H^{10}+O^{26}=4C^2O^4+10HO$. — Un volume de ce gaz exige pour brûler 6 $\frac{1}{2}$ volumes d'oxygène; il produit 4 volumes d'acide carbonique; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à 7 $\frac{1}{2}$ fois le volume du gaz primitif. On a donc, en désignant

par r l'hydrure de butyle : $r=a$; $4r=b$; $7\frac{1}{2}r=c$. Les autres propriétés de ce gaz sont sensiblement les mêmes que celles de l'hydrure de propyle. L'hydrure de butyle est isomère avec l'éthyle, $C^4H^5 = 2$ volumes, et présente la même condensation; il est également isomère avec le méthylpropyle, $C^2H^3C^6H^5$, dont l'existence est probable.

» X. Aux gaz précédents, j'ajouterai l'amylène, $C^{10}H^{10}$, carbure analogue extrêmement volatil dont la vapeur se trouve fréquemment mélangée avec ces divers gaz : dans ce cas, elle se comporte à peu près comme un gaz permanent. $C^{10}H^{10}+O^{30}= 5C^2O^4+10HO$. — Un volume d'amylène gazeux exige pour brûler $7\frac{1}{2}$ volumes d'oxygène; il produit 5 volumes d'acide carbonique; après l'absorption de cet acide par la potasse, la diminution finale est égale à $8\frac{1}{2}$ fois le volume du gaz primitif; on a donc en désignant par q l'amylène $q=a$; $5q=b$; $8\frac{1}{2}q=c$. Les autres propriétés de l'amylène sont sensiblement les mêmes que celles du butylène et du propylène.

» XI. Dans le cours de mes analyses, j'ai parfois rencontré, mélangés avec les gaz qui précèdent, d'autres gaz ou vapeurs, tels que l'acide carbonique, l'oxygène, l'azote, le bioxyde d'azote, les acides sulfureux, sulfhydrique, chlorhydrique et analogues, l'hydrogène phosphoré, l'éthylène monochloré ou monobromé, l'éther, le sulfure de carbone, etc. Je crois utile de donner ici l'indication succincte des moyens, connus d'ailleurs pour la plupart, à l'aide desquels on peut reconnaître ces substances et les éliminer. J'y joindrai quelques mots relatifs à l'action qu'ils éprouvent de la part des dissolvants employés ci-dessus.

» L'*acide carbonique* est absorbé par la potasse. On sait que ce gaz est assez soluble dans l'eau et dans l'acide sulfurique concentré. Ce gaz doit être éliminé avant de procéder à la combustion d'un mélange gazeux.

» L'*oxygène* est absorbé par l'acide pyrogallique additionné de potasse avec développement d'une couleur foncée très caractéristique : cette absorption, un peu plus lente que celle de l'acide carbonique par la potasse, exige quelques minutes. Le protochlorure de cuivre en solution acide absorbe également l'oxygène, mais avec lenteur.

» L'*azote* est à peu près insoluble dans tous les dissolvants. On

en détermine la présence et la proportion dans le résidu final qui reste après la combustion par l'oxygène du gaz inflammable et l'élimination successive de l'acide carbonique par la potasse, et de l'excès d'oxygène par l'acide pyrogallique. — Ceci exige que l'oxygène employé dans les combustions soit totalement absorbable par l'acide pyrogallique. Dans quelques circonstances, la proportion de l'azote relativement au gaz inflammable est trop considérable, et la combustion par l'oxygène n'a pas lieu : on sait qu'il faut alors ajouter au mélange son volume environ de gaz de la pile, et procéder de nouveau à la combustion. — La détermination exacte de la proportion de l'oxygène et de l'azote dans un mélange de gaz combustibles est indispensable pour l'établissement des équations eudiométriques.

» Le *bioxyde d'azote* s'est rencontré dans quelques analyses d'une manière tout à fait imprévue ; ce gaz est absorbé par une solution de protosulfate de fer : le brome le dissout ; mais il est très peu soluble dans l'acide sulfurique concentré.

» L'*acide sulfureux* doit être absorbé par le bioxyde de plomb, sec ou humide ; cette absorption est assez rapide. — On sait que ce gaz est très soluble dans l'eau et qu'il s'unit immédiatement avec la potasse.

» L'*acide sulfhydrique* est absorbé par le sulfate de cuivre ou par l'acétate de plomb humides. La potasse et les divers dissolvants l'absorbent. Son odeur est caractéristique.

» L'*acide chlorhydrique* est absorbé par le borax pulvérulent ; l'eau, la potasse l'absorbent immédiatement. — Il précipite l'azotate d'argent. Les acides bromhydrique et iodhydrique présentent des caractères analogues.

» L'*hydrogène phosphoré* est absorbé lentement par une dissolution de sulfate de cuivre.

» La présence de l'*éthylène monochloré*, ou *monobromé*, ou *des vapeurs analogues*, se reconnaît aux caractères suivants : le gaz brûle avec une flamme verte, et les produits de sa combustion précipitent l'azotate d'argent ; si on le brûle par l'oxygène sur le mercure, cette substance est fortement attaquée. Pour reconnaître la présence de ces vapeurs en proportion notable, on introduit dans le gaz une goutte d'alcool ; il se produit aussitôt une diminution de volume très considérable. On les élimine par l'ac-

tion d'une plus forte proportion d'alcool, non sans dissoudre en même temps une portion des gaz permanents. Le brome, l'acide sulfurique concentré peuvent parfois remplir le même objet. Dans tous les cas, la méthode des analyses successives, avant et après l'action des dissolvants, permet de connaître approximativement la composition en carbone et en hydrogène des vapeurs absorbées; je dis approximativement, parce que la présence du chlore ou du brome rend les combustions un peu irrégulières, une partie de l'hydrogène prenant la forme d'acide chlorhydrique. — Aussi lorsqu'un mélange renferme ces vapeurs en proportion notable, sa composition ne peut-elle être établie que d'une manière approchée.

» Les *vapeurs d'éther* peuvent être éliminées complétement par l'action de l'eau ou de l'acide sulfurique concentré.

» Les *vapeurs de sulfure de carbone* s'éliminent complétement en faisant agir sur le gaz de la potasse imbibée d'alcool : ce procédé est le seul qui présente quelque exactitude. La potasse aqueuse ne dissout guère les vapeurs de sulfure de carbone; le sulfate de cuivre, l'acétate de plomb ne les absorbent qu'avec une lenteur extraordinaire, bien que leur action finisse par devenir totale au bout de plusieurs heures. L'acide sulfurique et le protochlorure de cuivre ne dissolvent guères ces vapeurs, du moins immédiatement; le brome, au contraire, les dissout en formant un composé particulier, mais son action est lente et doit être réitérée deux et trois fois pour devenir totale. — En raison des circonstances qui précèdent et de la composition du sulfure de carbone, on voit quelle perturbation sa présence apporterait dans les analyses et combien il est nécessaire de l'éliminer tout d'abord.

» Les procédés qui précèdent, convenablement combinés les uns avec les autres, permettent d'exécuter l'analyse des mélanges gazeux les plus complexes, comme on peut en juger par les exemples suivants, tous empruntés à des expériences réelles.

» 1. Mélange d'hydrogène, de gaz des marais, d'oxygène et d'azote : premier gaz obtenu en faisant agir un mélange de sulfure de carbone et d'hydrogène sulfuré sur du cuivre chauffé au rouge sombre : le gaz a été lavé dans le brome et dans la potasse; il est mélangé avec l'air des appareils. On détermine l'oxygène au moyen de la potasse et de l'acide pyrogallique; on fait déton-

ner le résidu avec un excès d'oxygène, on obtient les 3 données eudiométriques (volume initial, volume de l'acide carbonique, et diminution finale), et on détermine l'azote dans le résidu. D'où l'on déduit la composition suivante, sur 100 parties : oxygène 8, 7; azote 50,5; hydrogène 30,6; gaz des marais 10,2.

» 2. Mélange d'hydrogène, de gaz des marais, d'acide carbonique, d'azote, d'hydrogène sulfuré et de sulfure de carbone : gaz obtenu en chauffant à 275°, pendant 15 heures, du sulfure de carbone avec de l'eau et du zinc. On traite le gaz par le sulfate de cuivre humide, pendant quelques minutes, de façon à enlever l'hydrogène sulfuré (une petite quantité de sulfure de carbone s'absorbe en même temps) ; le résidu est traité par la potasse pour dissoudre l'acide carbonique; puis par l'acide pyrogallique et par la potasse, ce qui ne produit aucune diminution. On traite ce qui reste par la potasse et l'alcool, ce qui enlève le sulfure de carbone; et on termine par la combustion eudiométrique du dernier résidu sucré de la mesure de l'azote. — D'où l'on déduit la composition suivante : hydrogène sulfuré 14,3 ; acide carbonique 6,2 ; oxygène 0,0; sulfure de carbone 25,7; azote 10,6; hydrogène 41,2 ; gaz des marais 2,0.

» Les deux exemples qui vont suivre renferment l'application de la méthode des analyses successives avant et après l'action des dissolvants.

» 3. Mélange de propylène et d'hydrure de propyle : gaz obtenu en décomposant à 275° le bromure de propylène par l'eau et par l'iodure de potassium. — Ce gaz a été débarrassé au préalable d'acide carbonique, et on a retranché dans les calculs la petite quantité d'azote qu'il renfermait. 100 parties de ce gaz traitées par le brome se réduisirent à 90 parties ; l'acide sulfurique en absorbe la même proportion. 100 volumes du gaz primitif, analysés par combustion, produisent 202 volumes d'acide carbonique, et la diminution finale est égale à 598 volumes. 100 volumes de gaz, après l'action du brome, produisent 302 volumes d'acide carbonique, et la diminution finale est égale à 605 volumes. On a donc :

	Gaz primitif.	Gaz non absorbable par le brome.	Gaz absorbable par le brome. (Par différence).
Volume primitif	100	90	10
Acide carbonique	302	272	30
Diminution finale	598	544	54

» Ainsi, un volume du gaz absorbé par le brome aurait brûlé en produisant 3 fois son volume d'acide carbonique, avec une diminution finale égale sensiblement à 5 $\frac{1}{2}$ le volume du gaz primitif, c'est donc du propylène, C^6H^6 : conclusion confirmée par l'action de l'acide sulfurique. — Au contraire, 1 volume du gaz non absorbé par le brome, produit en brûlant 3 fois son volume d'acide carbonique, avec une diminution finale égale à 6 fois le volume du gaz primitif, c'est donc de l'hydrure de propyle, C^6H^8. Cette conclusion a été confirmée par l'action à peu près nulle du protochlorure de cuivre et par l'action dissolvante très énergique de l'alcool : le gaz, dégagé de cette dernière dissolution, puis analysé par combustion, a fourni les mêmes résultats.

» On remarquera que le volume de l'acide carbonique produit, ainsi que la diminution finale, sont un peu plus considérables que ne l'indiquerait la théorie; cette différence peut être dûe à une légère erreur d'analyse, mais elle peut aussi résulter d'une condensation de l'hydrure de propyle un peu supérieure à sa densité théorique.

» En résumé, le gaz analysé renferme sur 100 parties : propylène 10; hydrure de propyle 90.

» 4. Mélange de gaz oléfiant, d'hydrure d'éthyle, d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'acide carbonique et d'azote : gaz obtenu en décompensant à 275° le bromure d'éthylène par l'eau et l'iodure de potassium. On traite le gaz par la potasse, qui lui enlève 7 centièmes d'acide carbonique. 100 parties de résidu, traitées par le brome, perdent 35 parties (éthylène); 100 parties du deuxième résidu, traitées par le protochlorure de cuivre, perdent 8,5 parties (oxyde de carbone et un peu d'hydrure d'éthyle); 100 parties du troisième résidu, traitées par l'alcool, perdent 72 parties (portion d'hydrure d'éthyle); 100 parties du quatrième résidu, après l'analyse par combustion, laissent 39 parties d'azote.

Résultats trouvés dans les combustions successives.

Gaz analysé.	Acide carb. produit.	Diminution finale.	Gaz analysé rapporté à 100 parties du volume du mélange primitif.	Ac. carb. produit.	Diminution finale.
100 gaz primitif	7 préexistant.	»	100	7 préexistant	»
100 gaz traité par KO	176	384	93	163,5	354
100 gaz traité par KO, et par Br	162	367	60,5	98	222
100 gaz traité par KO, Br, et Cu^2Cl	166,5	383,5	55,5	92,5	213
100 gaz traité par KO, Br, Cu^2Cl et alcool	77	207	15,5	12	32
Azote final (39 centièmes du mélange précédent.)		»	6	»	»

Résultats calculés pour les gaz dissous.

Volume rapporté au mélange primitif.			Volume rapporté à 100 parties du gaz		
7 gaz soluble dans KO[le]	7	»	»	»	»
32,5 gaz soluble dans brome	65,5	132	100	201,5	403
5 gaz soluble dans Cu^2Cl	5,5	9	100	110	180
40 gaz soluble dans l'alcool	80,5	181	100	201	452
9,5 { gaz non dissous par l'alcool, après déduction de l'azote }	12	32	100	126	337
6 azote final	»	»	»	»	»
100					

Ainsi le gaz soluble dans le brome présente sensiblement la composition du gaz oléfiant ; le gaz soluble dans le protochlorure de cuivre, celle de l'oxyde de carbone mélangé avec un dixième d'hydrure d'éthyle (1) ; le gaz soluble dans l'alcool, celle de l'hydrure d'éthyle, enfin le gaz combustible non dissous par l'alcool peut être regardé comme un mélange de 63 parties d'hydrure d'éthyle et de 37 d'hydrogène (2).

(1) $y + v = 100$; $y + 2v = 110$; $\frac{3}{2} y + 4 \frac{1}{2} v = 180$.

(2) $x + v = 100$; $2v = 126$; $\frac{3}{2} x + 4 \frac{1}{2} v = 337$.

» Comme contrôle, on a vérifié la nature de l'hydrure d'éthyle dissous par l'alcool en le dégageant par l'ébullition et en l'analysant séparément à l'état pur.

» En définitive la composition du mélange peut être représentée par les nombres suivants :

Acide carbonique	7
Azote	6
Gaz oléfiant	32,5
Hydrure d'éthyle	46,5
Oxyde de carbone	4,5
Hydrogène	3,5
	100

» 5. Mélange de propylène, de gaz oléfiant, d'hydrure de propyle, d'hydrure d'éthyle et d'hydrogène : gaz obtenu en décomposant un mélange de bromure d'éthylène et de bromure de propylène à 275° par l'iodure de potassium, le cuivre et l'eau. — On a tenu compte de l'azote dans le calcul. 100 parties de gaz agitées quinze à vingt fois avec l'acide sulfurique concentré perdent 24,5 parties (propylène) ; 100 parties du 1er résidu gazeux traitées par le brôme perdent 52,5 (gaz oléfiant) ; 100 parties du 2e résidu gazeux traitées par le protochlorure de cuivre ne diminuent pas sensiblement de volume ; traitées par un excès d'alcool, elles se réduisent à 60 parties. D'autre part on a analysé par combustion le gaz primitif ; le même gaz après l'action de l'acide sulfurique ; le même après l'action de l'acide sulfurique et celle du brome ; puis enfin après l'action de l'alcool. — Le calcul des résultats numériques s'effectue comme dans l'exemple précédent. On en conclut que le gaz absorbé par l'acide sulfurique est du propylène mêlé avec une très petite quantité de gaz oléfiant ; que le gaz absorbé ensuite par le brome est de l'éthylène ; que le gaz absorbé par l'alcool est un mélange de 41 parties d'hydrure de propyle et de 59 parties d'hydrure d'éthyle ; enfin que le gaz insoluble dans un excès d'alcool est de l'hydrogène sensiblement pur. Comme contrôle, on a traité le gaz primitif par l'acide sulfurique et déterminé l'absorption, après 20 secousses, puis après 3000 secousses : la première absorption répond au propylène, la seconde à l'éthylène. En résumé, voici la composition du mélange ana-

lysé : propylène 23,5 ; gaz oléfiant 40,5 ; hydrure de propyle 6 ; hydrure d'éthyle 8,5 ; hydrogène 21,5.

» Les méthodes qui précèdent se prêteraient également à l'analyse d'un mélange d'éthylène, de propylène et de butylène avec d'autres gaz combustibles ; toutefois, dans un cas aussi complexe, l'application de la méthode devient un peu incertaine ; aussi est-il préférable, si l'on peut produire les gaz en grande quantité, de les faire passer dans du brome, lequel dissout l'éthylène, le propylène, le butylène (et l'amylène). On enlève ensuite l'excès de brome par la potasse et on obtient à l'état de mélange liquide les bromures correspondants aux carbures d'hydrogène. On les sépare les uns des autres par la voie des distillations fractionnées, laquelle fournit, dans ce cas spécial, des résultats assez exacts, puis on régénère le carbure correspondant à chacun de ces bromures par des procédés qui seront décrits dans mon mémoire relatif aux substitutions inverses. »

GÉOLOGIE. *Minette.* —M. Delesse a communiqué également dans la séance du 11 avril un mémoire contenant les résultats de recherches étendues qu'il a faites sur la roche connue sous le nom de minette, roche qui a surtout été étudiée dans les Vosges. Le mica y est toujours très abondant et il dissimule en quelque sorte sa véritable composition ; mais M. Delesse est parvenu à la déterminer en étudiant sur le terrain toutes les variétés de cette roche.

La minette est formée d'orthose et de mica ferromagnésien : ces minéraux sont disséminés dans une pâte feldspathique qui, le plus souvent, contient aussi de l'hornblende. L'orthose est généralement en petites lamelles peu visibles et il peut même disparaître complétement. Cependant il se montre quelquefois en cristaux, et alors la minette passe au porphyre. Le mica est le minéral le plus caractéristique et le plus constant de la minette : il est brun noirâtre et plus rarement verdâtre ; il a deux axes de double réfraction très rapprochés, il s'attaque par les acides. Sa composition est la suivante :

		Oxygène.	
Silice	41,20		21,404
Alumine	12,37	5,778	
Sesquioxyde de manganèse	1,67	0,505	8,132
Sesquioxyde de fer	6,03	1,849	

Protoxyde de fer	3,48	0,792	
Chaux	1,63	0,458	
Magnésie	19,03	7,366	10,410
Potasse	7,94	1,346	
Soude	1,28	0,327	
Lithine	0,22	0,121	
Fluor	1,06	»	
Eau	2,90	2,558	
Somme	98,81		

Le mica ferromagnésien de la minette a pour bases principales les oxydes de fer et de magnésie. Il renferme cependant de l'alumine et des alcalis : indépendamment de la potasse, on y trouve d'ailleurs de la soude et même un peu de lithine. Il est en outre assez riche en fluor. Si l'on admet, comme on l'a déjà fait pour d'autres minéraux, qu'une petite partie de la silice remplace de l'alumine ou des oxydes à trois atomes d'oxygène, ce mica se laissera représenter par la formule simple : $3RO,SIO^3+R^2O^3,SIO^3$. Il aurait donc la même formule que les micas à base de fer et de magnésie et que le grenat ; il appartient d'ailleurs à l'espèce qui comprend le mica du Vésuve, et à laquelle M. Dana a conservé le nom de biotite ; c'est aussi une variété du mica magnésien de M. Rammelsberg. Quand on le compare à d'autres micas qui constituent les roches, on voit qu'il a en quelque sorte pour limites le mica magnésien (phlogopite) du calcaire saccharoïde et le mica ferreux de la protogine. Dans le premier de ces micas, la base dominante est en effet la magnésie : dans le deuxième, c'est au contraire l'oxyde de fer. — Les différences dans les propriétés de ces micas paraissent surtout tenir à ces différences dans leurs bases dominantes. Les oxydes de fer et de magnésie y varient en sens inverse l'un de l'autre ; en sorte que tous ces micas, riches en fer ou en magnésie, semblent former une série continue comprenant tous les micas ferromagnésiens, dans laquelle le mica magnésien et le mica ferreux seraient les termes extrêmes.

L'hornblende de la minette est vert grisâtre ou vert foncé. Elle est généralement à un état d'altération avancée. Son éclat est gras et elle est assez tendre pour se laisser rayer par l'ongle. Elle peut contenir plus de 10 pour 100 d'eau.

Les minéraux accessoires de la minette sont le quartz, le feldspath du 6e système, la chlorite, les carbonates et le fer oxydulé. Accidentellement on y trouve du fer oligiste. — Bien que le quartz

accompagne presque constamment l'orthose, il est toujours très rare dans la minette, et le plus souvent même il manque complétement: c'est un des caractères distinctifs de cette roche. La pâte feldspathique a une composition qui se rapproche plus ou moins de celle de l'orthose.

Quant à la minette elle-même, bien qu'elle soit riche en mica, c'est une roche essentiellement feldspathique. Comme le porphyre, elle est à base d'orthose et la potasse est son alcali dominant. Elle renferme toutefois plus de magnésie et d'oxyde de fer que le porphyre. Sa teneur en silice est aussi plus faible et elle varie de 65 à 50 pour 100 ; elle descend donc jusqu'à la limite inférieure de la teneur en silice pour les roches à base d'orthose.

Les minéraux enclavés dans la minette sont la chaux carbonatée, le quartz, la chlorite, qui s'y trouvent également disséminés. Il y a aussi de l'halloysite et de l'épidote, quelquefois des minerais de fer et divers minéraux en filons. Accidentellement on y rencontre encore un minéral fort rare, c'est la krokidolithe (*Blaneisenstein* de Klaproth), dont la composition est, d'après l'analyse de M. Delesse :

		Oxygène.		Rapports.
Silice	53,02		27,549	9
Alumine	traces			
Protoxyde de fer	25,62	5,829	11,696	4
Protoxyde de manganèse	0,50	0,112		
Chaux	1,10	0,309		
Magnésie	10,14	3,924		
Soude	5,69	1,456		
Potasse	0,39	0,066		
Eau	2,52			
Chlore	0,41			
Acide phosphorique	0,17			
Somme	99,56			

Si l'on compare la composition de la krokidolithe des Vosges avec celle du Cap, on voit qu'elle en diffère en ce qu'elle contient moins d'eau, moins de soude et surtout moins de fer. Ces bases y sont remplacées par une proportion correspondante de magnésie. En admettant que tout le fer se trouve à l'état de protoxyde, le calcul des proportions d'oxygène de la silice et des bases à un atome conduit à la formule de l'amphibole $4\,RO,\,3\,SIO^3$. La krokidolithe est donc une variété de l'amphibole, et on doit la considérer comme une asbeste de couleur bleue.

La minette est le plus généralement à grain fin et on distingue seulement ses paillettes de mica. Cependant elle devient porphyroïde quand l'orthose a pu cristalliser ; elle prend une structure variolée quand il s'est réuni en globules. Elle est quelquefois celluleuse ou amygdaloïde. La structure de séparation la rend schistoïde, ou bien encore la divise, soit en parallélipipèdes, soit en sphéroïdes. La minette est d'ailleurs une roche éruptive bien caractérisée. Elle se présente en filons, et c'est seulement par exception qu'elle paraît stratifiée. La puissance de ses filons est généralement faible et au plus de quelques mètres. Leur pendage est considérable. Dans les Vosges, la minette s'observe surtout dans le granite et dans la syénite. Ses caractères varient avec la puissance de ses filons et aussi avec la nature de la roche encaissante. Elle passe souvent au porphyre. Elle traverse la série des terrains stratifiés jusqu'au terrain dévonien dans lequel elle pénètre ; mais on ne la connaît pas dans le terrain houiller proprement dit.

Le métamorphisme produit par la minette dans les roches encaissantes est limité à une petite distance du point de contact. Il arrive même fréquemment que ces roches n'ont pas éprouvé d'altération sensible. Le calcaire au contact est souvent devenu cristallin, mais il n'a pas été changé en dolomie.

Les caractères minéralogiques et géologiques de la minette montrent que c'est une variété de porphyre à base d'orthose dans lequel le mica est devenu très abondant, tandis que le quartz a presque disparu. On peut donc aussi la nommer porphyre micacé ou eurite micacée. Elle a une grande ressemblance avec la kersantite; mais cette dernière est formée par un feldspath du 6ᵉ système associé, comme dans la minette, à du mica ferromagnésien. Malgré plusieurs propriétés communes, les deux roches sont bien distinctes, et elles ont pour base des feldspaths différents.

La minette a surtout été étudiée par MM. Élie de Beaumont et Fournet. Elle existe dans les Vosges, dans le plateau central, dans le département de la Manche et dans l'île de Jersey. M. Cordier l'a retrouvée en Italie. MM. Naumann et B. Cotta l'ont observée dans la Saxe et l'ont désignée sous le nom de trapp micacé (Glimmertrapp). L'étude des gisements connus jusqu'à présent montre

qu'elle est généralement enclavée dans les roches granitiques auxquelles elle paraît associée.

Séance du 2 mai 1857.

BOTANIQUE. *Orchidées.* — Les observations suivantes sur les fruits de quelques Orchidées ont été communiquées à la Société dans cette séance par M. Ed. Prillieux.

« Le fruit des Orchidées est une capsule ovale, allongée, cylindrique, parcourue dans sa longueur par 6 nervures. Si on en fait une coupe transversale avant la déhiscence, on voit que le long de 3 de ces nervures sont placés les placentas qui portent les graines. Diverses opinions ont été émises sur la composition de ces fruits. M. Lindley les a regardés comme formés de 6 feuilles carpellaires dont 3 sont stériles et 3 portent les placentas sur leur ligne médiane. Cette manière de voir n'est pas généralement adoptée; j'admettrai ici sans examen l'opinion de la majorité des botanistes qui considère avec M. Rob. Brown la capsule des Orchidées comme composée de 3 feuilles carpellaires soudées les unes aux autres par leurs bords. Trois des côtes du fruit seront pour nous les nervures dorsales des feuilles carpellaires, et trois correspondront aux nervures marginales soudées de deux feuilles voisines. C'est en face de ces dernières que sont placés, à l'intérieur du fruit, les placentas qui forment chacun une double ligne couverte de fines et nombreuses graines.

» Au moment de la maturité, la capsule s'ouvre. Le mode ordinaire et très singulier de déhiscence de celle-ci en 6 valves a été depuis longtemps observé, mais il s'est glissé à ce sujet dans les ouvrages classiques une singulière erreur. Voici ce qui se passe: —La paroi de la capsule se fend des deux côtés des nervures médianes des feuilles carpellaires et forme ainsi 3 panneaux chargés en leur milieu des placentas et des graines. Tantôt ces panneaux demeurent attachés par le sommet et par la base, tantôt ils se détachent complétement et tombent à terre; les 3 nervures médianes des feuilles carpellaires jointes au sommet et à la base forment alors une sorte de chassis.

» Cette disposition a été décrite exactement depuis longtemps. MM. Lindley, Endlicher, Rob. Brown et plus anciennement A.-L. de Jussieu et même Tournefort, ont tous reconnu que les placentas sont fixés aux 3 valves qui se détachent et non aux nervures

qui demeurent au sommet du pédoncule ; aussi ai-je été fort étonné de voir dans les ouvrages élémentaires si estimés d'Adr. de Jussieu et d'Ach. Richard une assertion contraire. Ces deux habiles botanistes ont positivement affirmé que les 3 arceaux qui persistent après la chute des valves sont formés par les placentas et sont couverts de graines. Je ne puis comprendre quelle cause a pu entraîner dans une même et si singulière erreur deux hommes aussi distingués et dont l'un surtout a fait durant toute sa vie une étude spéciale de la famille des Orchidées.

» Le mode de déhiscence qui vient d'être indiqué est très commun dans la famille des Orchidées, mais il n'y est pas constant. Je n'ai pas encore recueilli un assez grand nombre de faits pour traiter dès à présent ce sujet d'une manière générale. Je me propose d'entretenir aujourd'hui la Société de deux cas particuliers.

» Dans le *Pleurothallis obtusifolia* la déhiscence du fruit ne se fait pas à la manière ordinaire, on ne voit pas 3 grandes valves se détacher d'un triple chassis persistant ; la capsule se rompt d'un seul côté ; deux fentes se forment sur le bord d'une seule des 3 nervures médianes des feuilles carpellaires, puis la paroi entière se déroule tout d'une pièce et s'aplanit. Il se produit ainsi un large panneau à peine concave portant à sa surface les graines disposées sur 3 lignes, et en face de lui se dresse l'arceau produit par la nervure le long de laquelle la paroi du fruit s'est coupée. Quand on regarde une capsule de *Pleurothallis obtusifolia* mûre et ouverte, on ne peut d'abord distinguer à son intérieur ni les placentas ni les graines ; la surface interne de la valve unique est entièrement couverte de filaments disposés sans ordre au milieu des graines. La plupart de ces filaments n'ont alors (après la déhiscence) aucune adhérence avec les parois de la capsule. On peut sans aucune préparation préalable les soumettre à l'examen microscopique. On reconnaît qu'ils sont formés par de longues fibres juxtaposées deux à deux. Ces fibres, terminées par les deux bouts en pointe aiguë, sont coudées en crochet à leur extrémité inférieure. Leurs parois sont épaisses et formées de plusieurs couches, on y remarque de nombreuses ponctuations. Ces poils sont très hygrométriques ; si on les humecte avec l'haleine on les voit s'agiter et se contourner avec une grande vivacité. Il me paraît hors de doute que les mouvements dont sont animés ces filaments chaque

fois que l'humidité de l'air augmente ou diminue, aident puissamment à projeter hors de la capsule les graines au milieu desquelles ils s'étendent, en d'autres termes, que ce sont de véritables élatères. — Pour observer aisément le mode d'insertion de ces petits appareils hygrométriques sur la paroi de la capsule, il faut couper transversalement un fruit avant qu'il se soit ouvert. On voit alors qu'ils sont attachés par leur extrémité coudée le long des 3 nervures (n. dorsales) placées entre celles qui portent les placentas. Ils naissent deux à deux accolés l'un à l'autre et restent soudés ainsi dans toute leur longueur même après qu'ils se sont détachés de la paroi.

» Une autre Orchidée exotique, le *Fernandezia acuta*, porte des capsules dont le mode de déhiscence s'écarte plus encore de celui que l'on est habitué à considérer comme normal dans cette famille. La paroi de la capsule ne se fend pas à droite et à gauche de la nervure médiane de chacun des trois carpelles ou d'un seul d'entre eux comme dans le *Pleurothallis obtusifolia*. Chacun des carpelles se partage en deux à partir du sommet de la capsule, et celle-ci s'ouvre ainsi en trois valves, qui demeurent toutefois réunies par leur partie inférieure, car la fente qui sépare en deux chaque carpelle ne s'étend pas jusqu'à la base du fruit. — Pour aider à la dissémination des graines, nous voyons employé dans cette espèce le même procédé que dans le *Pleurothallis obtusifolia*; les valves de la capsule sont couvertes de filaments nombreux qui se tordent dans tous les sens sous l'influence de l'humidité. De même que dans le *Pleurothallis*, c'est sur la nervure dorsale que sont insérées les longues fibres hygrométriques : par conséquent, après la déhiscence, on les trouve sur les bords de chaque valve.—La structure de ces organes est la même que celle que nous venons d'indiquer ci-dessus; ils se distinguent seulement des élatères du *Pleurothallis* en ce qu'ils sont isolés et non soudés deux à deux comme dans cette dernière plante. Cependant ils sont évidemment hygrométriques ; l'humidité du souffle suffit pour qu'on les voye se tordre et s'agiter. L'accolement de deux filaments n'est donc point nécessaire au mouvement.

» J'ajouterai que j'ai trouvé des filaments hygrométriques semblables à ceux du *Fernandezia acuta* dans les fruits de plusieurs Orchidées ; je puis citer comme exemples le *Leptotes bicolor*, le

Vanda multiflora, les *Angræcum fragrans* et *pusillum*, etc.

» Dans une prochaine communication, je me propose d'attirer l'attention de la Société sur la disposition des fruits de la Vanille, du *Phajus albus*, du *Leptotes bicolor* et de l'*Angræcum pusillum*, qui offrent chacun un mode de déhiscence différent de ceux dont je viens de l'entretenir aujourd'hui. »

MINÉRALOGIE. *Existence de la polarisation circulaire dans le cinabre.* — M. Descloizeaux a lu dans cette séance la note suivante :

« Dans la séance du 27 avril dernier, j'ai fait à l'Académie des sciences, une première communication sur l'existence de la polarisation circulaire dans le *cinabre*. De nouvelles observations me permettent aujourd'hui de compléter cette communication, en la présentant à la Société philomatique.

» On sait que le *quartz* est le seul minéral dans lequel on ait jusqu'ici reconnu la polarisation circulaire et la liaison qui paraît exister entre ce phénomène et certaines facettes hémiédriques. A l'exception de cette relation, je viens de retrouver dans le *cinabre* tous les phénomènes qui se manifestent dans le quartz. En effet, si l'on observe des lames de cinabre suffisamment minces et transparentes, dans la lumière polarisée convergente, on voit des anneaux très nombreux et très serrés dont le centre n'est pas traversé par une croix noire, comme cela arrive dans tous les cristaux à un axe qui ne sont pas doués du pouvoir rotatoire. Si l'on fait tourner l'analyseur de droite à gauche ou de gauche à droite, la plage centrale se resserre avec les anneaux qui l'entourent, ou elle se dilate, suivant qu'on a sous les yeux un cristal *lévogyre* ou un cristal *dextrogyre*. Si l'on interpose une lame de mica d'un quart d'onde, on aperçoit immédiatement des spirales dont l'enroulement est en rapport avec le sens dans lequel les anneaux se resserrent ou se dilatent. J'ai rencontré les deux espèces de cristaux sur un même échantillon, absolument comme cela arrive si fréquemment dans le quartz. De plus, je n'ai trouvé, comme dans ce dernier minéral, qu'un très petit nombre de plaques parfaitement homogènes ; la plupart montrent des plages et des enchevêtrements où l'on reconnaît tantôt la même rotation, tantôt deux rotations opposées, de sorte qu'il n'est pas rare de voir se produire, soit les spirales d'Airy, semblables à celles qu'on obtient en

superposant un quartz *droit* à un quartz *gauche*, ou réciproquement, soit la croix noire qui s'observe dans la plupart des améthystes. M. Brewster avait annoncé que le cinabre appartenait aux corps *négatifs*, mais les dislocations qu'une lame de mica d'un quart d'onde imprime aux branches de la croix noire des cristaux mâclés, prouvent que ce minéral est réellement *positif:* cette détermination est du reste pleinement confirmée par la mesure des indices que j'ai pu prendre sur des prismes convenablement taillés; j'ai en effet trouvé 2,854 pour l'indice *ordinaire* et 3,201 pour l'indice *extraordinaire:* ces indices sont, je crois, les plus forts qui aient été observés jusqu'à présent.

» Dans la lumière parallèle, on peut assez bien mesurer la déviation que le plan primitif de polarisation éprouve de la part des lames de cinabre. D'après différents essais, qui n'ont pas encore toute la précision désirable, à cause de la difficulté qu'on éprouve à travailler cette substance et à en tailler des lames bien perpendiculaires à l'axe, on peut estimer que son pouvoir rotatoire est égal à environ 15 ou 16 fois celui du quartz.

» Une chose très digne d'être remarquée, c'est que rien, dans la cristallisation du cinabre, ne pouvait faire supposer qu'il dût posséder la polarisation circulaire; on sait, en effet, que ses formes dérivent d'un rhomboèdre aigu de 71° 47′, et qu'il se laisse facilement cliver parallèlement aux six faces du prisme hexagonal régulier; or, dans une monographie très complète du cinabre, publiée il y a quelques années par M. Schabus, la plupart des faces sont dirhomboédriques; toutes sont *holoèdres*, lorsqu'on les rapporte au rhomboèdre, et aucune ne ressemble à celles qu'on a désignées dans le quartz sous le nom de *faces plagièdres.*

» Avant de tirer aucune conclusion sur l'existence du pouvoir rotatoire dans un cristal sans facettes hémiédriques, il sera évidemment utile de refaire un examen comparatif des formes cristallographiques et des propriétés optiques du cinabre. »

CHIMIE.—M. M. Berthelot a communiqué les deux notes suivantes, l'une sur la transformation de la mannite et de la glycérine en sucre proprement dit, l'autre sur le soufre mou des hyposulfites.

1. Transformation de la mannite et de la glycérine en sucre proprement dit.

» Les analogies qui existent entre la fermentation alcoolique de la mannite et de la glycérine, et la fermentation alcoolique des sucres proprement dits, font naître tout d'abord l'opinion que ces deux fermentations pourraient bien n'être pas réellement distinctes : si la mannite et la glycérine fournissent de l'alcool, c'est qu'elles ont peut-être passé au préalable par l'état de sucre. Pour examiner cette question, j'ai entrepris des expériences très variées; leurs résultats ont été différents suivant les circonstances.

» Dans les conditions normales de la fermentation alcoolique de la mannite et de la glycérine, je veux dire sous les influences simultanées du carbonate de chaux et de la caséine, la transformation de la glycérine et de la mannite en alcool, soit à 40°, soit même à 10°, s'opère d'une manière directe, sans qu'à aucun moment de l'expérience, on puisse saisir le moindre indice de l'existence temporaire d'un sucre proprement dit. Mais la marche régulière de ces expériences est subordonnée à la présence du carbonate de chaux; s'il est supprimé, tantôt, et en général, la fermentation ne se développe pas : la mannite et la glycérine demeurent inaltérées; tantôt, et seulement dans des circonstances particulières, on peut observer la formation d'un sucre proprement dit. Je vais exposer le résumé de ces diverses observations.

» La mannite et la glycérine, dissoutes dans l'eau, ont été abandonnées à la température ordinaire au contact de tous les tissus et substances azotées de nature animale ou analogues que j'ai pu me procurer; dans certains cas, il s'est produit un sucre proprement dit, susceptible de réduire le tartrate cupropotassique et d'éprouver immédiatement sous l'influence de la levûre de bière la fermentation alcoolique. Les conditions de cette formation de sucre sont, les unes susceptibles d'être définies avec quelque rigueur, les autres exceptionnelles. Ainsi, j'ai observé cette formation avec l'albumine, la caséine (1), la fibrine, la gélatine, les

(1) Voici quelques causes d'erreur contre lesquelles il est bon de se tenir en garde dans ces expériences : 1° l'albumine et la caséine contiennent de petites quantités de sucre dont il est nécessaire de les débarrasser; 2° la mannite du commerce, même la plus belle, doit être également purifiée, car elle contient un à deux centièmes de sucre; ce sucre vient de la manne, laquelle en renferme 10 à 15 centièmes : presque tous les analystes ont signalé

tissus cutané, rénal, pancréatique, etc., mais toujours accidentellement et sans réussir à fixer les conditions du phénomène.

» Un seul tissu, celui du testicule, a provoqué d'une manière à peu près régulière la transformation de la mannite et de la glycérine en sucre proprement dit. Voici dans quelles circonstances : on prend des testicules d'homme ou d'animaux (coq, chien, cheval), on les coupe en petits morceaux et on les abandonne dans une solution formée de 10 parties d'eau et d'une partie de mannite ou de glycérine ; le poids du tissu animal (supposé sec) doit représenter $\frac{1}{20}$ environ du poids de la mannite ou de la glycérine. On opère dans un flacon ouvert, sous l'influence de la lumière diffuse, et à une température qui doit rester comprise entre 10° et 20°. Le tissu demeure en général sans se putréfier ; s'il pourrit, l'expérience est manquée ; la formation des moisissures et particulièrement du *Penicillium glaucum* est également nuisible, quoiqu'à un moindre degré. On essaie de temps en temps la liqueur : au bout d'un intervalle qui varie entre trois mois et une seule semaine, on constate d'ordinaire l'apparition d'une substance apte à réduire le tartrate cupropotassique et à fermenter immédiatement au contact de la levûre de bière. A ce moment, on sépare par décantation les fragments testiculaires et on les soumet à des lavages réitérés jusqu'à élimination totale de la mannite ou de la glycérine : dans cet état, ils ont acquis la propriété de transformer les deux substances en sucre véritable. Pour atteindre ce but, on reproduit avec les tissus préparés l'expérience que je viens de décrire, elle réussit en général et fournit presque tou-

la présence d'un sucre dans la manne ; je l'ai vérifiée sur tous les échantillons que j'ai pu me procurer, et notamment sur des produits aussi frais que possible et d'origine certaine que M. Anca a bien voulu faire venir de Palerme à mon intention. La proportion de ce sucre préexistant dans la manne n'augmente pas sous l'influence du temps ou du séjour dans un lieu obscur et humide. Indépendamment du sucre et de la mannite, la manne renferme près de moitié de son poids de substances à peu près inconnues; aussi l'emploi de la manne dans les expériences ne saurait-il conduire à aucune conclusion ; 3° la glycérine dite purifiée du commerce renferme un corps susceptible de réduire le tartrate de cuivre : il est nécessaire de purifier soi-même la glycérine brute.

jours une certaine proportion de sucre. Il suffit même d'imprégner le tissu avec une solution de mannite ou de glycérine pour observer au bout de quelques semaines une formation de sucre très abondante. — Quelques expériences réalisées avec la dulcine ont donné lieu à des résultats semblables.

» Le sucre ainsi formé est analogue au glucose par la plupart de ses propriétés; il n'a pu être obtenu sous forme cristallisée, il est très soluble dans l'eau, dans l'alcool aqueux et dans la glycérine dont on ne peut guère le séparer. C'est un corps assez hygrométrique, très altérable durant l'évaporation de ses dissolutions, susceptible de brunir sous l'influence des alcalis et de réduire le tartrate cupropotassique; l'acétate de plomb ammoniacal ne le précipite pas en proportion sensible. Au contact de la levûre de bière, il fermente immédiatement avec production d'alcool et d'acide carbonique. Il était fort important de vérifier si ce sucre possède le pouvoir rotatoire; malheureusement la facilité avec laquelle il se colore et s'altère devant la concentration de ses dissolutions m'a empêché d'établir ce point avec une certitude complète. Une seule fois, j'ai réussi à observer une déviation de la teinte de fanage égale à —5°,5 sous une longueur de 200mm avec une liqueur renfermant environ $\frac{1}{20}$ de sucre; ce sucre serait donc lévogyre et distinct du glucose et de la plupart des autres sucres par le sens de son pouvoir rotatoire. J'espère établir complétement ce caractère essentiel par des observations ultérieures.

» Quelle est l'origine de cette substance et quelle influence le lien testiculaire exerce t-il sur sa formation? L'origine de ce sucre est assez difficile à établir, car sa proportion varie extrêmement; tantôt elle représente à peine quelques dix-millièmes du poids de la mannite ou de la glycérine employées, tantôt elle s'élève jusqu'au dixième du poids de ces mêmes matières; la dernière proportion n'a pu être dépassée. Ces variations s'expliquent par deux causes principales: d'une part, le milieu au sein duquel la fermentation s'opère, change par le fait même de cette fermentation; d'autre part, le sucre formé se détruit sous des influences presque identiques à celles qui lui ont donné naissance; durant les chaleurs de l'été par exemple, on trouve souvent dans les liqueurs une certaine proportion d'alcool qui semble résulter de la destruction du

sucre formé tout d'abord. Observons enfin que le poids de la mannite et de la glycérine disparues est toujours supérieur au poids du sucre que l'on constate par l'analyse.

»Malgré ces difficultés, la proportion du sucre formé dans les circonstances les plus favorables est assez forte pour qu'on doive le regarder comme produit surtout par la mannite et par la glycérine. Entre les nombreuses expériences que j'ai faites pour éclaircir ce point, je citerai l'une des plus décisives.

» Le 18 décembre 1856, on a pesé 2 gr. de testicule frais de coq (représentant à l'état sec 0gr,280), 5 gr. de mannite et 50 gr. d'eau ; on a introduit le tout dans un flacon communiquant avec l'atmosphère à travers un tube rempli de coton cardé ; le flacon a été abandonné dans un laboratoire médiocrement chauffé. Le 12 avril 1857, on a mis fin à l'expérience. La liqueur renfermait 0gr,250 de sucre proprement dit. Les fragments de testicule avaient conservé leur forme et leur aspect microscopique ; un examen très attentif y fit découvrir quelques traces presque inappréciables de végétaux. Lavés et séchés, ces fragments pesaient 0gr,230; ils avaient donc perdu 0gr,050; cette perte est d'ailleurs plus apparente que réelle ; car les testicules frais renferment une certaine proportion de substances salines et autres, solubles dans l'eau ; de plus une portion du tissu se désagrége et devient également soluble sans se changer en sucre. Tous ces produits sont évalués comme perte, bien qu'on les retrouve à l'état soluble et en partie coagulable durant l'évaporation des liqueurs. Si l'on tient compte de ces diverses circonstances et de la proportion du sucre formé dans l'expérience qui précède, sans parler des analogies de composition et de constitution qui existent entre les sucres, la mannite et la glycérine, on sera conduit à regarder le sucre produit dans les expériences précédentes, comme résultant surtout et peut-être même exclusivement de la transformation de la mannite et de la glycérine. J'ai pu d'ailleurs confirmer cette conclusion par d'autres expériences dans lesquelles le tissu testiculaire a produit, sans diminuer notablement, jusqu'à 7 fois consécutives la transformation de la mannite en sucre.

» Ces phénomènes tendent à assimiler l'influence du tissu testiculaire aux actions de contact proprement dites que l'on a obser-

vées en chimie minérale; cette interprétation est confirmée par la permanence de la structure microscopique du tissu testiculaire dans le cours des expériences. Mais ce sont là des probabilités plutôt qu'une démonstration : en effet, les tissus animaux ne jouissent pas de cette invariabilité absolue de composition qui caractérise souvent les composés minéraux agissant par contact. En même temps que le tissu agit, il s'altère d'une manière continue, il se décompose sans se putréfier, comme l'attestent les analyses suivantes. Elles ont porté sur le tissu testiculaire ; isolé des matières grasses, et au besoin des végétations microscopiques, il avait provoqué tantôt 2, tantôt 3 fois la formation du sucre. Il renfermait, cendres déduites :

Carbone	50,0 à 46,0 ;
Hydrogène	7,8 à 8,8 ;
Azote	10,5 à 4,0 ;
Oxygène, etc.	32,7 à 39,2.

» Or, la composition moyenne de la fibrine et des matières analogues est de :

Carbone :	54,0
Hydrogène :	7,3
Azote :	15,8
Oxygène, etc. :	22,9

» Ainsi l'on ne peut décider avec toute rigueur si le tissu azoté agit par action de contact, en raison de sa structure organique ou de sa constitution chimique, ou bien si le fait même de sa décomposition exerce quelque influence. Enfin le contact de l'air, sans lequel ces expériences n'ont pu réussir introduit une complication nouvelle : car il permet le développement d'êtres microscopiques, animaux et surtout végétaux ; ce développement n'a jamais pu être évité complétement ; mais il semble plutôt nuisible que favorable à la formation du sucre. Dans les expériences les plus heureuses, la formation des êtres organisés était la plus faible possible ; ainsi, dans celles où j'ai cité plus haut les résultats numériques, leur présence ne s'est manifestée que par un examen très minutieux.

» Ces détails que j'ai cherché à rendre aussi fidèles que possible, montrent combien sont complexes les phénomènes de fermenta-

tion, combien ils renferment d'éléments inconnus ou obscurs. Cependant, le chimiste peut mettre en jeu les forces qui les provoquent, les faire agir par des corps définis, et les diriger vers l'accomplissement de métamorphoses déterminées. C'est à peu près de la même manière qu'il fait agir les affinités ordinaires dont la nature ne lui est guère mieux connue. L'emploi des ferments ne s'en distingue que par la préexistence d'une forme, d'une constitution particulière, extrêmement mobile et produite en dehors de notre intervention, sous l'influence de la vie. Quoi qu'il en soit, les expériences que je viens d'exposer se distinguent par leur caractère synthétique des fermentations connues jusqu'à ce jour. Au lieu de changer le sucre, la mannite, la glycérine, en alcool, en acide lactique, acide butyrique, composés plus simples et plus difficiles à décomposer, elles conduisent à transformer la mannite et la glycérine, corps assez stables, privés du pouvoir rotatoire, et qui touchent à ceux que nous savons produire, en une substance d'une stabilité moindre et d'un ordre de complication plus élevé, je veux dire un sucre véritable, analogue aux sucres qui se forment sous l'influence de la vie au sein des végétaux et des animaux. »

2. *Sur le soufre mou des hyposulfites.*

« Dans mes Recherches sur le soufre, j'ai insisté sur la nécessité d'isoler rapidement le soufre de ses combinaisons, et particulièrement des composés dans lesquels son rôle électrique est peu prononcé, tels que les hyposulfites notamment. En effet, le soufre insoluble, tant qu'il n'a pas pris la forme solide, ne possède qu'une stabilité relative : s'il se trouve dans des conditions défavorables, une portion peut changer de nature et revenir à l'état le plus stable, je veux dire à l'état de soufre octaédrique. Un grand nombre de faits de ce genre se trouvent développés dans mon mémoire : ces faits sont surtout relatifs aux conditions dans lesquelles prend naissance le soufre insoluble. Depuis, j'ai observé quelques phénomènes encore plus caractéristiques, car ils démontrent les transformations qu'éprouve, sous la seule influence du temps, le soufre tout formé et déjà isolé des combinaisons. Je rappellerai d'abord que ce corps simple, précipité des hyposulfites dans les conditions les plus favorables

est un mélange de 2 soufres, l'un mou et insoluble dans le sulfure de carbone, l'autre mou et soluble dans ce liquide, mais susceptible de devenir insoluble par le seul fait de son évaporation. Ses propriétés doivent être constatées au moment même où le soufre vient d'être précipité : plus tard, une portion très notable du soufre mou demeuré d'abord insoluble et du soufre mou entré en dissolution dans le sulfure de carbone, se trouve changée en soufre cristallisable. C'est ce qui résulte des faits suivants :

» 1° Dans une expérience, le soufre des hyposulfites, examiné immédiatement, est demeuré en grande partie insoluble dans le sulfure de carbone; la portion dissoute tout d'abord, à la suite de 7 évaporations opérées coup sur coup, s'est changée en soufre insoluble, sauf une très petite quantité encore soluble, mais non cristallisable.

» 2° Dans une autre expérience, on a examiné, au bout de quelques heures, le soufre recueilli. Sur 20 parties, 15 sont demeurées insolubles à l'état mou ; et des 5 parties dissoutes tout d'abord, 4 sont devenues insolubles dans le cours des évaporations. Une seule partie s'est trouvée finalement formée par du soufre cristallisable.

» 3° Ayant mis à part une portion du soufre obtenu dans cette expérience, j'ai conservé séparément le soufre mou tout d'abord insoluble ($\frac{15}{20}$) et la solution sulfocarbonique du reste ($\frac{5}{20}$). Après quelques semaines, j'ai soumi le tout à un nouvel examen : le soufre mou, d'abord insoluble, avait durci et renfermait une grande quantité de soufre octaédrique mélangé avec du soufre insoluble. Quant à la solution sulfocarbonique, une très petite quantité de soufre insoluble s'en était séparée spontanément ; la solution renfermait, sur 20 parties de soufre, 19 de soufre octaédrique et 1 partie seulement de soufre susceptible de devenir insoluble.

» Ainsi, sous la seule influence du temps, la plus grande partie du soufre mou des hyposulfites, tout d'abord insoluble ou susceptible de devenir telle, peut se changer en soufre octaédrique. Ces phénomènes rappellent ceux que j'ai signalés dans la formation du soufre insoluble au sein du soufre mou produit sous l'influence de la chaleur. »



Séance du 16 mai 1857.

CHIMIE. *Substitutions inverses.* — M. Berthelot a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante.

« Les chimistes ont appris à remplacer l'hydrogène par le chlore, par le brome et par l'iode dans les substances organiques, mais ils ne peuvent encore résoudre que dans un petit nombre de cas particuliers le problème inverse, qui consiste à régénérer le composé primitif au moyen du composé transformé. Quatre procédés ont été employés dans ce but.

» 1. M. Melsens a changé l'acide chloracétique $C^4HCl^3O^4$ en acide acétique $C^4H^4O^4$ par l'action simultanée de l'eau et l'amalgame de potassium ; à l'aide de ce même moyen, M. Regnault a obtenu du gaz des marais C^2H^4, avec le perchlorure de carbone, C^2Cl^4; mais cette transformation n'a pas réussi vis-à-vis des dérivés chlorés de l'éther chlorhydrique. L'emploi de l'amalgame de potassium ne paraît convenable que vis-à-vis des corps chlorés d'une décomposition assez facile ; dans les autres cas, son action s'exerce sur l'eau d'une manière exclusive.

» 2. M. Kolbe a également remplacé par l'hydrogène le chlore de l'acide chloracétique ; il opérait au moyen de la pile, le zinc étant employé comme électrode. Il a, par le même procédé, opéré une substitution semblable dans une série fort curieuse d'acides particuliers qui dérivent de l'action du chlore sur le sulfure de carbone. Observons que la pile ne peut agir que sur des composés solubles dans l'eau ou dans un liquide conducteur.

» 3. Les éthers iodhydriques, C^4H^5I, C^2H^3I, C^6H^5I, attaqués par le zinc ou par le sodium à une haute température, perdent leur iode sans substitution et fournissent les carbures désignés sous le nom d'éthyle C^4H^5, de méthyle C^2H^3, d'allyle C^6H^5, etc. Si l'on opère avec le zinc en présence de l'eau, il se forme des carbures particuliers dans lesquels l'iode de l'éther iodhydrique se trouve remplacé par l'hydrogène : hydrure d'éthyle, C^4H^6, gàz des marais, C^2H^4, propylène, C^6H^6 ; c'est l'exemple le plus étendu de substitution inverse que l'on connaisse ; il est dû aux travaux de M. Frankland.

» 4. Dans les recherches sur le propylène iodé que j'ai réalisées en commun avec M. de Luca, j'ai remplacé l'iode par l'hy-

drogène à l'aide d'un procédé particulier qui est devenu le germe du présent travail. Ce procédé consiste à faire réagir sur le propylène iodé, C^6H^5I, le mercure et l'acide chlorhydrique employés simultanément : d'où résulte, même à froid, la formation du propylène, C^6H^6, de l'iodure de mercure et du chlorure de mercure, tous corps dont aucun ne prendrait naissance à froid sous l'influence des agents ci-dessus employés deux à deux ; mais ils sont produits par le concours de plusieurs affinités s'appuyant les unes sur les autres, à peu près comme les chlorures de silicium et de bore se produisent dans la réaction simultanée du chlore, du charbon et des acides borique ou silicique, lesquels pris deux à deux n'exercent aucune action réciproque.

» Les faits précédents comprennent tous les exemples connus de substitution inverse ; on peut juger combien ils sont limités et restreints à des cas presque toujours individuels. Mes recherches relatives à la synthèse des carbures d'hydrogène m'ont conduit à étudier d'une manière plus générale les substitutions inverses; dans tous les cas où j'ai tenté l'expérience, j'ai réussi par des moyens divers, soit à remplacer par l'hydrogène le chlore, l'iode et particulièrement le brôme dans les carbures modifiés par substitution, soit à régénérer les carbures primitifs après qu'ils ont subi l'action des corps haloïdes.

» Les procédés que j'ai mis en œuvre reposent tantôt sur l'emploi de l'hydrogène libre à une haute température, tantôt sur le concours de deux affinités simultanées équivalentes à l'emploi de l'hydrogène naissant.

» I. Hydrogène libre. — L'hydrogène libre s'unit au chlore des composés chlorés vers la température du rouge sombre ; en même temps le carbure primitif se trouve régénéré. Une portion plus ou moins notable est détruite sous l'influence de la chaleur, mais une portion résiste et peut être recueillie. Ce procédé ne s'applique qu'aux substances très stables ; mais, par là même, il convient aux composés dans lesquels tout l'hydrogène a pu être remplacé par du chlore, phénomène qui atteste une grande stabilité et dans le carbure primitif et dans le chlorure de carbone qui en dérive.

» L'expérience s'exécute en vaporisant la substance chlorée

dans un courant d'hydrogène et dirigeant le tout dans un tube de verre vert rempli de pierre ponce, chauffé à une température comprise entre le rouge sombre et le rouge vif, suivant les circonstances. Dans ces conditions, le protochlorure de carbone, C^4Cl^4, et le sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, fournissent une proportion considérable de gaz oléfiant, C^4H^4 :

$$C^4Cl^4+8H=C^4H^4+4HCl$$
$$C^4Cl^6+10H=C^4H^4+6HCl.$$

Ce gaz oléfiant a été condensé dans du brome afin de l'isoler de l'excès d'hydrogène auquel il était mélangé ; puis on l'a régénéré de son bromure par des procédés qui seront décrits tout à l'heure.

» Le perchlorure de carbone, C^2Cl^4, a produit du gaz des marais, C^2H^4, et du gaz oléfiant. Le gaz des marais résulte d'une substitution inverse: $C^2Cl^4+8H=C^2H^4+4HCl$. Quant au gaz oléfiant, il paraît tirer son origine de la décomposition bien connue en vertu de laquelle le perchlorure de carbone chauffé au rouge se sépare en chlore et en protochlorure: $2C^2Cl^4=C^4Cl^4+4Cl$.

» Les trois chlorures de carbone employés dans ces expériences avaient été préparés par le procédé de M. Kolbe au moyen du chlore et du sulfure de carbone. Ces résultats fournissent donc un nouveau moyen pour préparer le gaz oléfiant et le gaz des marais au moyen des corps simples qui les constituent.

La naphtaline perchlorée, $C^{20}Cl^8$, a reproduit la naphtaline, $C^{20}H^8$:

$$C^{20}Cl^8+16H=C^{20}H^8+8HCl.$$

Cette régénération de la naphtaline ne s'opère bien qu'au rouge vif. A une température plus basse, une partie du composé chloré traverse les tubes sans s'altérer. La même observation s'applique au corps suivant.

» Le chlorure de Julin (préparé au moyen du sulfure de carbone) a reproduit une grande quantité d'un corps cristallin présentant les caractères de la naphtaline. Il ne s'est formé en proportion sensible aucun carbure gazeux. Par cette propriété, aussi bien que par son odeur et par sa fixité relative, le chlorure de Julin me paraît devoir être éloigné de la série du gaz oléfiant à laquelle on l'a réuni jusqu'à présent, et rapproché de celle de la naphtaline. C'est probablement un chlorure de naphtaline perchlo-

rée : $C^{20}Cl^{10} = C^{20}Cl^{8} + Cl^{2}$, résultat fort curieux, si on le rapproche de l'origine du chlorure de Julin. Ce corps, en effet, doué d'une grande stabilité, paraît être l'un des produits ultimes de la décomposition des chlorures de carbone, à peu près comme la naphtaline est l'un des produits ultimes de la décomposition des hydrures de carbone. Cette conclusion s'accorde avec les idées de substitutions qui impliquent une certaine analogie de groupement entre les deux séries de composés.

» II. Hydrogène naissant. — J'exposerai d'abord les faits relatifs aux bromures d'éthylène, de propylène, etc., puis je passerai à divers autres composés. Ce sont les premiers corps qui m'ont conduit aux études dont j'expose ici les résultats.

» 1. Ayant isolé, sous formes de bromures, les carbures d'hydrogène alcooliques recueillis au sein des mélanges gazeux les plus complexes, j'ai fait des essais très variés pour régénérer chacun des carbures engagés dans la combinaison, afin d'en confirmer l'existence en l'étudiant séparément. La description succincte de ces essais pourra jeter quelque jour sur la nature des actions que l'on doit employer vis-à-vis des matières organiques.

» J'ai d'abord tenté l'emploi des métaux isolés, tels que le sodium, le fer, le zinc, le mercure ; mais ces corps chauffés à 100°, à 200°, à 300°, avec le bromure d'éthylène $C^4H^4Br^2$, ne régénèrent pas de gaz oléfiant, C^4H^4, en proportion notable ; tout au plus forment-ils de l'éthylène monobromé, C^4H^3Br. Dès lors j'ai dû recourir à l'action de l'hydrogène naissant.

» Le zinc, chauffé avec de l'eau et du bromure d'éthylène à 300°, régénère du gaz oléfiant ; mais la substitution est d'ordinaire incomplète, et de plus le gaz est mêlé avec une très grande quantité d'hydrogène libre, ce qui rend dangereuse l'ouverture des tubes dans lesquels on a réalisé l'expérience. L'hydrogène libre est dû à la décomposition de l'eau par le zinc, décomposition produite en même temps que la réaction que l'on veut obtenir, et indépendamment de cette réaction même. Cette indépendance des deux réactions est une circonstance défavorable. Elle s'oppose le plus souvent à une substitution complète, la décomposition de l'eau se trouvant terminée avant la décomposition du composé bromé. Aussi me suis-je adressé de préférence aux métaux qui ne décomposent

pas l'eau par eux-mêmes, mais qui m'ont semblé propres à la décomposer par affinité complexe avec le concours simultané du bromure d'éthylène.

» Le mercure, employé tout d'abord, a dû être rejeté. En présence de l'eau ou de l'acide chlorhydrique, il n'agit guère au-dessus de 300°, et, à cette température, il donne lieu à des matières noires et à une destruction compliquée.

» L'étain, le plomb, le cuivre ont été alors essayés, tantôt avec l'eau, tantôt avec la potasse, tantôt avec l'acide chlorhydrique. Ces deux derniers agents donnent lieu à des substitutions incomplètes, probablement par les mêmes raisons indiquées ci-dessus, à l'occasion du zinc ; quant à l'eau, elle ne réussit bien qu'en présence du cuivre.

» Le bromure d'éthylène, chauffé à 275° avec de l'eau et du cuivre, perd son brome et fournit du gaz oléfiant, mélangé avec une certaine proportion d'hydrogène et avec de petites quantités d'oxyde de carbone et d'hydrate d'éthyle. Mais cette réaction est extrêmement lente, elle ne devient complète qu'au bout de 30 à 40 heures de contact des matières à 275°. J'ai cherché à la rendre plus rapide en tirant parti de l'instabilité bien connue de l'iodure d'éthylène. J'ai pensé que si l'on se plaçait dans des conditions telles que ce composé tendît à se former, on réaliserait plus aisément la régénération du gaz oléfiant. A cet objet, j'ai fait réagir simultanément à 275° le bromure d'éthylène, le cuivre, l'eau et l'iodure de potassium ; l'affinité toute spéciale de l'iode pour le cuivre devait concourir au résultat.

» Dans ces conditions, la réaction est complète au bout de 12 à 15 heures. Elle donne naissance à du gaz oléfiant mélangé avec un peu d'hydrure d'éthyle et le plus souvent avec de l'hydrogène. de l'oxyde de carbone et même de l'acide carbonique. — Ces derniers gaz résultent d'une décomposition spéciale éprouvée par une portion du bromure d'éthylène : leur présence, aussi bien que les faits qui vont suivre, prouvent que la réaction est un peu plus compliquée que ne l'indiquent les considérations qui précèdent : toutefois ces considérations représentent le sens général des phénomènes.

» Après avoir réalisé ces expériences, j'essayai quels résultats

produirait la suppression du cuivre : je fis réagir à 275° un mélange de bromure d'éthylène, d'eau et d'iodure de potassium, et je reconnus que le bromure d'éthylène était encore décomposé avec mise en liberté d'une portion de l'iode de l'iodure de potassium ; seulement le gaz produit consistait principalement en hydrure d'éthyle, C^4H^6, mélangé avec une proportion variable de gaz oléfiant, d'acide carbonique et souvent d'hydrogène et d'oxyde de carbone. — Ainsi, sous l'influence de l'eau et de l'iodure de potassium, le brome du bromure d'éthylène se trouve remplacé par de l'hydrogène, résultat singulier, mais qui semble dû à des causes analogues à celles qui agissent dans les réactions précédentes. Une portion du composé organique lui-même remplace le cuivre et s'oxyde aux dépens de l'eau, comme l'atteste la formation de l'acide carbonique ; en même temps, l'eau décomposée fournit de l'hydrogène naissant qui réduit le brome et se substitue à lui dans le reste du bromure d'éthylène. L'iodure de potassium servirait d'intermédiaire à ce double phénomène, en éprouvant une double décomposition avec le bromure d'éthylène, d'où résulte de l'iode libre, lequel tend à réagir à la fin sur les deux éléments de l'eau et par suite à oxyder, d'une part, à hydrogéner, de l'autre, le composé organique. Quelle que soit la valeur de ces explications. La transformation du bromure d'éthylène en hydrure d'éthyle, par la réaction simultanée de l'iodure de potassium et de l'eau à 275°, n'en est pas moins un fait d'observation.

» Je crois utile de donner quelques détails sur les manipulations à l'aide desquelles on peut réaliser ces diverses expériences. Dans un tube de verre vert, d'une capacité égale à 100 ou 150 centimètres cubes, et fermé par un bout, on introduit : 1° de 8 à 10 grammes d'iodure de potassium pulvérisé ; 2° une ampoulle renfermant de 1 à 2 grammes de bromure d'éthylène et fermée à la lampe ; 3° une ampoulle renfermant de 1 à 2 grammes d'eau, et fermée à la lampe ; 4° une quantité suffisante de cuivre laminé en feuillets très minces. Cette quantité dépend de l'épaisseur du cuivre, lequel n'agit guères que par sa surface. — Cela fait, on effile avec précaution le tube à la lampe, de façon à produire à son extrémité ouverte un renflement entre deux parties capillaires. Tout ce travail doit être fait de façon à ne diminuer nulle

part le rapport entre l'épaisseur du verre et son diamètre intérieur, mais plutôt de façon à l'augmenter. On adapte, à l'aide d'un caoutchouc, le renflement avec un tube de plomb communiquant avec une machine pneumatique, et on fait le vide aussi exactement que possible; puis on ferme à la lampe le tube dans l'effilûre comprise entre le renflement et la partie principale; cette fermeture doit se faire en conservant une pointe aussi fine que possible, pour permettre d'ouvrir plus tard le tube sans danger. On agite vivement le tube, de façon à briser les ampoulles et à mélanger les substances qu'elles renferment, puis on l'introduit dans un tube de fer à tête vissée, et on le chauffe au bain d'huile à 275° pendant 12 à 15 heures (1). Cette température ne doit pas être notablement dépassée, sous peine de destruction partielle des carbures d'hydrogène. Il ne reste plus qu'à ouvrir les tubes et à analyser les gaz. On retire avec précaution le tube de verre du tube de fer qui le contient, puis on le glisse dans une éprouvette disposée sur la cuve à mercure; le tube s'y élève rapidement, et sa pointe est brisée par le choc : les gaz qu'il renferme se dégagent aussitôt. En opérant sur 10 à 12 tubes à la fois, on peut recueillir plusieurs litres de gaz et les soumettre à une étude complète. J'ai donné ailleurs les méthodes propres à l'analyse des mélanges gazeux obtenus dans ces réactions.

» En résumé, le bromure d'éthylène, $C^4H^4Br^2$ chauffé, à 275° avec du cuivre, de l'eau et de l'iodure de potassium, régénère principalement le gaz oléfiant, C^4H^4, qui l'a formé; chauffé avec de l'eau et de l'iodure de potassium, il produit surtout de l'hydrure d'éthyle, C^4H^6, composé dans lequel le brome du bromure d'éthylène est remplacé par de l'hydrogène. Par là, on réussit, en définitive, à ajouter de l'hydrogène au gaz oléfiant. Toutes ces réactions sont d'autant plus nettes que l'on opère plus lentement à une température plus voisine de 275°.

» Le bromure de propylène, $C^6H^6Br^2$, présente des réactions analogues. En effet, chauffé à 275° avec du cuivre, de l'eau et de l'iodure de potassium, il régénère principalement le propylène, C^6H^6, qui lui a donné naissance; chauffé avec de l'eau et de l'io-

(1) Sur les précautions à prendre pour chauffer les corps en vases clos, Journal de Pharmacie, 3e S., XXIII, 351 (1853).

dure de potassium, il produit surtout de l'hydrure de propyle, C^6H^8, composé dans lequel le brome du bromure de propylène est remplacé par de l'hydrogène.

» Le bromure de butylène, $C^8H^8Br^2$, et le bromure d'amylène, $C^{10}H^{10}Br^2$, chauffés à 275° avec du cuivre, de l'eau, et de l'iodure de potassium, ont également reproduit le butylène, C^8H^8, et l'amylène, $C^{10}H^{10}$, qui leur avaient donné naissance.

» Ainsi, par les procédés que je viens d'exposer, on peut isoler les carbures alcooliques, éthylène, propylène, butylène, amylène, contenus dans un mélange gazeux, les séparer les uns des autres, sous forme de bromures, puis les régénérer dans l'état gazeux qu'ils possédaient d'abord.

» 2. J'ai cherché à étendre l'application des mêmes méthodes à d'autres composés, tels que la liqueur des Hollandais, le chloroforme, le bromoforme, l'iodoforme, le perchlorure de carbone, le bromure de propylène bromé, et la trichlorhydrine.

» La liqueur des Hollandais ou chlorure d'éthylène, $C^4H^4Cl^2$, est beaucoup plus difficile à décomposer complètement que le bromure d'éthylène. Cependant, si on la chauffe à 275°, soit avec du cuivre, de l'eau et de l'iodure de potassium, soit avec de l'eau et de l'iodure de potassium, on régénère une certaine quantité de gaz oléfiant; mais ce gaz est mélangé d'éthylène monochloré, C^4H^3Cl.

» Le chloroforme, C^2HCl^3, le bromoforme, C^2HBr^3, l'iodoforme, C^2HI^3, décomposés soit par le zinc seul, soit par le cuivre, l'eau et l'iodure de potassium, soit par l'eau et l'iodure de potassium seulement, produisent un mélange de gaz des marais, C^2H^4, d'hydrogène, et, dans les deux derniers cas, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique; en même temps prend naissance en petite quantité un composé gazeux ou très volatil, absorbable par le brome, dont la nature et l'origine n'ont pu être déterminées avec certitude (formyle, C^2H ?).

» Le perchlorure de carbone C^2Cl^4, chauffé avec l'iodure de potassium, du cuivre et de l'eau, a produit un mélange de gaz des marais, C^2H^4, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'acide carbonique.

» Le sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, et le protochlorure de

carbone, C^4Cl^4, chauffés avec du cuivre, de l'iodure de potassium et de l'eau, produisent un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, renfermant une trace d'un gaz ou vapeur absorbable par le brome, et parfois de l'hydrogène. — On a vu plus haut comment ces deux composés, traités au rouge sombre par l'hydrogène libre, peuvent régénérer le carbure d'hydrogène, C^4H^4, auquel ils correspondent.

» Le bromure de propylène bromé, $C^6H^5Br^3$, chauffé avec de l'iodure de potassium, du cuivre et de l'eau, a régénéré un mélange de propylène, C^6H^6, d'hydrure de propyle, C^6H^8, et d'acide carbonique. On voit que les 3 équivalents de brome que renferme ce composé peuvent être remplacés par 3 équivalents d'hydrogène.

» Enfin, la trichlorhydrine, $C^6H^5Cl^3$, l'un des éthers chlorhydriques de la glycérine, corps isomère avec le chlorure de propylène chloré, chauffée avec de l'iodure de potassium, du cuivre et de l'eau, a produit du propylène, C^6H^6, de l'hydrure de propyle, C^6H^8, de l'hydrogène et de l'acide carbonique. — On peut ainsi, par une nouvelle voie, passer de la glycérine, $C^6H^8O^6$, aux carbures d'hydrogène qui lui correspondent, et notamment enlever tout l'oxygène qu'elle renferme : il suffit d'éliminer tout cet oxygène sous forme d'eau en remplaçant cette eau par de l'acide chlorhydrique,

$$C^6H^8O^6 + 6HO + 3HCl = C^6H^5Cl^3$$

puis on substitue l'hydrogène au chlore. On exerce ainsi en définitive une action réductive très remarquable par la simplicité de son mécanisme, et probablement susceptible d'être généralisée (1).

» L'ensemble des réactions qui précèdent jette un jour plus

(1) En m'appuyant sur ces procédés, j'ai entrepris quelques essais pour transformer les acides dans les carbures correspondants, autrement que par a distillation sèche : ainsi, l'acide butyrique, $C^8H^8O^4$, traité par un grand excès de perbromure de phosphore, fournit un composé particulier, destructible par la potasse et même par l'eau, lequel paraît être le tribromure butyrique, $C^8H^7Br^3$. J'ai cherché à enlever le brome de ce composé et à le remplacer par de l'hydrogène pour obtenir les carbures, C^8H^8, et C^8H^{10}. Je reviendrai sur ces expériences.

complet sur la constitution des composés chlorurés et bromés; il confirme par voie synthétique les analogies qui existent entre le groupement moléculaire de ces composés et celui des carbures d'hydrogène dont ils dérivent par voie de substitution. »

Séance du 23 mai 1857.

PHYSIQUE DU GLOBE. —*L'iode est-il présent à l'état libre dans l'air atmosphérique?* — M. S. Cloëz a communiqué à la Société, dans cette séance, les détails d'expériences qu'il a faites sur ce sujet et dont les résultats le conduisent à une solution négative. Voici la note qu'il a lue :

« Il y a quelques années déjà que l'on a signalé l'iode comme un des éléments les plus répandus à la surface du globe. Ce corps se trouve, en effet, dans un grand nombre de minéraux ; il paraît exister, en outre, en quantité notable dans la terre arable et dans la plupart des eaux naturelles, ainsi que dans toutes les plantes aquatiques marines et fluviatiles, et dans un grand nombre de végétaux terrestres ; enfin l'on a avancé comme un fait constant son existence à l'état de liberté dans l'air atmosphérique. Les expériences sur lesquelles reposent ces assertions paraissent avoir été faites convenablement ; quelques-unes ont été répétées et vérifiées par divers expérimentateurs ; un point seulement a trouvé dans le principe un certain nombre d'incrédules, c'est celui qui est relatif à l'existence de l'iode libre dans l'air ; aujourd'hui plus que jamais, il est permis, sans pousser bien loin le scepticisme de conserver des doutes à cet égard.

» Les recherches expérimentales que je poursuis depuis plus de deux ans sur la présence de l'acide azotique dans l'air et sur les conditions les plus favorables à la formation de cet acide m'ont fourni l'occasion de m'occuper accessoirement de la question de l'existence de l'iode dans l'air et de l'état sous lequel il s'y trouve.

» Deux appareils ont toujours fonctionné simultanément, l'un au Muséum d'histoire naturelle dans le carré des couches, l'autre à l'École polytechnique sur la terrasse de l'amphithéâtre de chimie. J'ai opéré sur des volumes d'air variables, depuis 5 jusqu'à 200 mètres cubes; une des expériences, commencée à la fin de juillet 1855, a duré jusqu'au mois d'août 1856 ; deux autres ont

continué pendant 6 mois et 3 mois, enfin quelques-unes ont cessé au bout de huit jours; ces dernières ont été entreprises dans le but de répondre à une objection que l'on m'a faite le jour où je communiquai verbalement à la Société d'émulation les résultats de mes premiers essais. L'auteur de la découverte de l'iode dans l'air a prétendu qu'un courant d'air trop prolongé doit avoir pour effet d'enlever à la solution alcaline que l'air traverse les traces d'iode absorbées dans les premiers moments de l'expérience. Je ne crois pas cette objection fondée; cependant comme elle m'a été faite sérieusement, j'ai dû en tenir compte et répéter les expériences en agissant sur des volumes d'air beaucoup moindres et avec les précautions les plus minutieuses pour retenir l'iode dans les tubes laveurs.

» M. Chatin a trouvé dans l'atmosphère de Paris de $\frac{1}{10000}$ à $\frac{5}{10000}$ de milligramme d'iode par mètre cube d'air. Cette proportion paraît bien minime ; cependant elle peut encore être constatée qualitativement et avec certitude quand on opère avec soin et que la combinaison saline iodée ne se trouve pas mélangée avec une quantité trop considérable de substances étrangères.

» Les soins les plus minutieux ont été apportés dans la disposition de mes appareils. — D'abord, pour débarrasser l'air des poussières et des corps légers que ce fluide tient en suspension, je le fais passer dans un tube en verre de 1 mètre à 1m,50 de longueur, contenant dans la première moitié de l'amiante humide préalablement calcinée, et dans la seconde partie de la ponce en petits fragments imbibés d'eau pure. Le gaz arrive ensuite dans un tube laveur de forme particulière rempli aux trois quarts avec une dissolution aqueuse de carbonate de potasse pur, obtenu en chauffant au rouge dans un creuset en argent du bicarbonate de potasse cristallisé exempt d'iode. Enfin la purification de l'air en ce qui concerne les vapeurs acides et iodées, se complète dans un troisième tube rempli de verre concassé, imprégné avec une dissolution d'un alcali caustique à l'état de pureté. Dans mes premières expériences, j'ai employé la potasse préparée au moyen du carbonate de potasse et l'eau de baryte. Depuis j'ai substitué la soude à la potasse. Le prix du sodium n'est pas trop élevé aujourd'hui, on peut s'en servir avantageusement pour la préparation de la

soude pure, soit en exposant le métal à l'air, soit en le projetant par petits fragments dans l'eau distillée froide.

» On ne peut pas prendre trop de précautions dans des recherches de cette nature pour éviter les causes d'erreurs. La pureté des réactifs est la condition indispensable de toute expérience de chimie destinée à donner des résultats certains et rigoureux. Je dois insister ici sur la nécessité de préparer soi-même la solution alcaline et de s'assurer de sa pureté, dans tous les cas où cette solution est destinée à absorber l'iode dont on cherche à constater la présence ; la recommandation ne paraîtra pas superflue à ceux qui savent que le carbonate de potasse du commerce et la potasse caustique des fabricants de produits chimiques renferment souvent de l'iode à l'état d'iodure ; c'est un fait signalé depuis longtemps, mais dont on n'a peut être pas assez tenu compte toutes les fois qu'on a employé ces matières pour découvrir l'iode dans l'air et dans certains métaux.

» La disposition du nouvel appareil contenant la solution alcaline de soude ou de potasse me paraît réaliser les conditions essentielles d'un bon système de lavage. Cet appareil, destiné à remplacer les tubes laveurs en U de Gay-Lussac, et même dans certains cas les tubes à boules de Liebig, consiste en un tube solide en verre de 20 à 25 millimètres de diamètre, sur 1^m à $1^m,30$ de longueur ; chacune des extrémités de ce tube est relevée sur une longueur de 10 centimètres environ ; la première forme vers la partie moyenne un coude ou angle de 135° environ ; la seconde porte vers le milieu un renflement sphérique soufflé à la lampe, et elle fait avec la branche intermédiaire un angle de 110 à 115 degrés.

» L'air arrive dans le liquide laveur au moyen d'un petit tube adapté à la première extrémité et enfoncé jusqu'à la courbure ; il chemine ensuite bulle à bulle dans la branche intermédiaire inclinée plus ou moins à l'horizon, suivant la vitesse du courant que l'on peut régler à volonté. L'appareil fonctionne régulièrement quand cette vitesse ne dépasse pas 40 litres par heure. Au delà de ce terme les bulles ne cheminent plus isolément dans le liquide absorbant ; il est donc préférable de rester toujours au-dessous de cette limite et de régler, au moyen d'un robinet muni d'un index,



la vitesse de l'écoulement de l'eau contenue dans l'aspirateur à raison de 25 à 30 litres par heure.

» A la fin des expériences j'ai toujours trouvé les liquides des deuxième et troisième tubes fortement alcalins. On les a saturés avec de l'acide sulfurique étendu de manière à leur conserver une légère réaction alcaline, puis on les a évaporés au bain de sable jusqu'à siccité; le résidu a été ensuite partagé en deux parties, dans l'une desquelles on a cherché immédiatement l'acide azotique, tandis que la seconde a été soumise à la calcination avant d'être traitée par les réactifs caractéristiques de l'iode.

» Dans mes premiers essais la quantité de résidu solide m'a permis d'employer concurremment plusieurs procédés pour constater la présence de l'iode. Pour les expériences qui n'ont duré que quelques jours, j'ai eu recours à l'acide azotique, versé goutte à goutte sur le sel mélangé avec une petite quantité d'empois d'amidon. C'est le moyen le plus rapide et le plus sûr pour déceler la présence de l'iode en combinaison avec les métaux alcalins. L'acide sulfurique agit également bien sur les iodures, mais beaucoup plus lentement que l'acide azotique. Quant au chlore, il est prudent, quand on opère sur des quantités très faibles, de ne pas l'employer.

» Dans toutes les expériences, sans exception, les résultats ont été négatifs. Il m'a été impossible de constater dans aucun cas la présence de l'iode dans les liqueurs alcalines retirées des tubes laveurs. Les moyens employés permettent cependant de reconnaître les plus légères traces d'iode. Je m'en suis assuré en dissolvant 1gr,32 d'iodure de potassium dans un litre d'eau, prenant un centimètre cube de cette liqueur pour faire une seconde dilution à la manière des homœopathes, en l'étendant d'eau de façon à lui faire occuper exactement le volume d'un litre ; la première solution contient 1 gramme d'iode par litre ou 0gr,001 par centimètre cube; il est évident que la seconde en renferme mille fois moins, soit 0gr,001 par litre ou $\frac{1}{1000}$ de milligramme par centimètre cube. En soumettant à l'évaporation un poids déterminé de cette seconde liqueur avec un poids égal de sulfate alcalin parfaitement neutre, on a pour résidu une matière solide mélangée intimement avec un millionième de son poids d'iode à l'état d'iodure. Un décigramme de ce mélange contenant en définitive $\frac{1}{10000}$ de milli-

gramme d'iode produit une coloration bleue sensible en présence de l'empois d'amidon par l'addition d'une seule goutte d'acide nitrique.

» L'absence de l'iode dans les liqueurs alcalines destinées à absorber ce corps prouve seulement qu'il n'existe pas à l'état de liberté dans l'air atmosphérique, mais il pourrait s'y trouver à l'état de combinaison dans les poussières et les corpuscules solides que l'atmosphère tient en suspension et que les vents entraînent au loin.

» Pour m'en assurer, j'ai pris l'amiante et la ponce du premier tube par où l'air arrive et j'ai lavé ces matières avec une eau légèrement alcaline; les eaux de lavage réunies ont été évaporées jusqu'à siccité, et le résidu de l'évaporation a été calciné de manière à détruire les matières organiques. La recherche de l'iode dans ces résidus m'a encore donné des résultats négatifs. Une fois seulement j'ai observé une teinte bleuâtre excessivement faible avec l'empois d'amidon et l'acide nitrique : le fait s'est présenté dans une expérience faite au Muséum, du mois d'août au mois d'octobre 1856, mais je crois qu'il est accidentel par la raison qu'il ne s'est pas produit dans l'appareil fonctionnant dans le même temps à l'École polytechnique, et je n'ose en tirer conséquemment aucune conclusion positive.

» Antérieurement à la communication verbale des résultats de mes premières expériences à la Société, M. de Luca avait publié dans le Journal de pharmacie et de chimie une note sur le même sujet. Ce chimiste a eu comme moi des résultats négatifs. Je suis heureux de me trouver d'accord avec lui; les soins qu'il apporte dans son travail sont d'ailleurs une garantie d'exactitude assez rare de nos jours.

» Il paraît maintenant bien établi qu'il n'existe pas de traces d'iode libre dans l'air atmosphérique, c'est la conclusion des expériences rapportées dans cette note. Quant à l'existence de l'iode à l'état de combinaison dans l'air que nous respirons, elle est fort douteuse, mais on ne peut pas la nier d'une manière absolue. On la conçoit dans les localités peu éloignées des bords de la mer, mais seulement comme un fait purement accidentel, résultant de circonstances qu'on ne retrouve pas dans l'intérieur des terres, à une grande distance de l'Océan. »

Séance du 6 juin 1857.

CHIMIE. *Combinaison directe des hydracides avec les carbures alcooliques.* — M. Berthelot a communiqué à la Société dans cette séance la note suivante.

« 1. Le gaz oléfiant peut fixer les éléments de l'eau et devenir la source de l'alcool et des nombreux composés qui en dérivent : $C^4H^4 + 2HO = C^4H^6O^2$. On sait que cette réaction s'opère par l'intermédiaire de l'acide sulfurique ; le même agent permet de changer le propylène en alcool propylique : $C^6H^6 + 2HO = C^6H^8O^2$. Mais l'acide sulfurique ne peut être employé vis-à-vis des carbures d'hydrogène d'un équivalent élevé : il agit sur ces corps avec trop d'énergie, et tantôt les carbonise, tantôt les modifie isomériquement. Le caprylène, par exemple, mélangé avec l'acide sulfurique concentré, donne d'abord naissance à un liquide homogène, non sans un vif dégagement de chaleur ; mais bientôt le carbure modifié se sépare et surnage, tandis que l'acide ne retient en dissolution que des traces de matière organique. Ces phénomènes rappellent la réaction de l'acide sulfurique sur l'essence de térébenthine. — J'ai pensé que la transformation des carbures en éthers et en alcools pourrait être effectuée d'une manière plus générale par l'intermédiaire des hydracides.

» 2. Déjà j'avais observé que le propylène chauffé à 100° pendant 70 heures avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique s'absorbe entièrement et donne naissance à l'éther propylchlorhydrique : $C^6H^6 + HCl = C^6H^7Cl$. — Cette combinaison s'opère déjà à la température ordinaire, mais beaucoup plus lentement : elle n'est pas accélérée par une agitation prolongée. J'ai également combiné, dans les mêmes conditions, les acides bromhydrique et iodhydrique avec le propylène et j'ai obtenu les éthers propylbromhydrique et propyliodhydrique. Ces expériences s'exécutent en chauffant à 100°, dans des ballons scellés à la lampe, le gaz avec une solution aqueuse des hydracides, *saturée à froid* et employée en grand excès. On purifie les éthers formés en les distillant après les avoir agités avec une solution aqueuse de potasse.

» 3. Les résultats précédents peuvent être généralisés. En effet, l'amylène, $C^{10}H^{10}$, s'unit aux acides chlorhydrique et bromhydri-

que dans les mêmes conditions, quoique plus lentement et d'une manière moins complète. D'où résultent les éthers amylchlorhydrique, $C^{10}H^{11}Cl$, et amylbrombydrique $C^{10}H^{11}Br$: $C^{10}H^{10} + HCl = C^{10}H^{11}Cl$; $C^{10}H^{10} + HBr = C^{10}H^{11}Br$.

» 4. Le caprylène, $C^{16}H^{16}$, se prête aux mêmes réactions. Mais la combinaison demeure incomplète, même au bout de 100 heures de contact à 100° : on sépare par distillation les éthers formés. On obtient ainsi les éthers caprylchlorhydrique $C^{16}H^{17}Cl$, et caprylbromhydrique, $C^{16}H^{17}Br$; $C^{16}H^{16} + HBr = C^{16}H^{17}Br$. — Si l'on met en contact à la température ordinaire du caprylène et du gaz chlorhydrique, le carbure en absorbe immédiatement 7 à 8 fois son volume ; puis l'absorption continue en se ralentissant graduellement et sans être activée d'une manière notable par une agitation très prolongée. Au bout de 2 heures, elle était égale à 10 volumes ; après 5 jours à 12 volumes ; après 11 jours à 13 volumes après 17 jours à 14 volumes ; après 23 jours à 15 volumes, etc.

» 5. L'éthalène, $C^{32}H^{32}$, se comporte d'une manière analogue soit à la température ordinaire, soit à 100°. A cette dernière température, au bout de 100 heures de réaction, près de la moitié du carbure se trouve combinée à l'acide bromhydrique (ou à l'acide chlorhydrique) sous forme de composé neutre. Les éthers formés n'ont pu être séparés de l'excès de ce carbure, parce que la chaleur nécessaire pour les distiller détermine leur décomposition.

» 6. Enfin le gaz oléfiant lui-même, C^4H^4, chauffé à 100° pendant 100 heures, avec une solution aqueuse d'acide bromhydrique saturée à froid, est complétement absorbé : il se forme un liquide neutre, semblable ou identique à l'éther bromhydrique. L'acide chlorhydrique, dans les mêmes conditions, n'a formé que des traces d'un composé chloré doué de la neutralité.

» Ainsi les divers carbures d'hydrogène correspondants aux alcools, formés par l'union d'équivalents égaux de carbone et d'hydrogène, peuvent se combiner directement et à volumes égaux avec les hydracides et constituer des éthers chlorhydrique et bromhydrique, d'où résulte un nouveau rapprochement entre les éthers et les sels ammoniacaux.

» On sait d'ailleurs que les éthers bromhydriques, décomposés par les sels d'argent, fournissent les éthers composés et par suite les alcools. Par les méthodes que je viens d'exposer, on peut donc,

en général, transformer les carbures d'hydrogène dans les éthers et dans les alcools qui leur correspondent. »

Séance du 20 juin 1857.

CHIMIE. *Nouveaux modes de production de l'éther carbamique ou uréthane.*—M. S. Cloëz a lu dans cette séance la note que voici :

« L'action du chlorure de benzoïle sur le cyanate de potasse produit un composé solide, isomère du benzonitrile, ayant pour formule $C^{42}H^{15}Az^{3}$, auquel j'ai donné le nom de *cyaphénine*, pour rappeler à la fois sa composition et son analogie avec la *cyanéthine*, découverte récemment par MM. Frankland et Kolbe. Le mode de production de ce nouveau corps pouvant s'appliquer aux autres composés isomères des nitriles et homologues de la cyaphénine ou de la cyanéthine, j'ai été conduit à faire préparer une grande quantité de cyanate alcalin, nécessaire pour compléter le travail, dont j'ai fait connaître verbalement les premiers résultats à la Société.

» Cette préparation, faite un peu en grand, exige l'emploi d'une énorme quantité d'alcool comme dissolvant ; le cyanate, étant beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid, se dépose assez rapidement de sa solution alcoolique, sous forme de paillettes blanches cristallines, faciles à séparer par la filtration de l'eau mère alcoolique, de sorte que celle-ci peut servir à plusieurs traitements successifs. Malheureusement, le dissolvant s'affaiblit par l'effet de l'évaporation ; il finirait par agir sur le cyanate dissous, de la même manière que l'eau chaude, en produisant du carbonate de potasse et de l'ammoniaque, si l'on n'avait soin d'ajouter de temps en temps de nouvel alcool rectifié, destiné à remplacer celui qui se volatilise à chaque nouveau traitement. Finalement, l'on a toujours une eau-mère alcoolique, plus ou moins aqueuse, dans laquelle se trouvent différentes matières, notamment du cyanate de potasse, du carbonate de la même base et de l'ammoniaque.

» J'avais fait mettre à part environ dix litres de ces eaux mères que je fis distiller au bain-marie pour en retirer l'alcool ; vers la fin de l'opération, au moment où il ne passait plus rien à la distillation, quoique la température du bain-marie fût maintenue à 100 degrés, le liquide de la cornue, réduit environ au dixième de son volume primitif, se sépara en deux couches parfaitement dis-

tinctes, susceptibles toutes deux de laisser déposer des cristaux par le refroidissement. La couche inférieure, à peu près incolore, était une dissolution aqueuse de sesquicarbonate de potasse ; la couche supérieure, légèrement colorée, isolée de la précédente et soumise à l'évaporation à une température modérée, laissa déposer en se refroidissant des cristaux prismatiques incolores, d'une matière neutre, fusible et volatile sans décomposition. Cette matière recueillie fut exprimée entre plusieurs doubles de papier non collé, et soumise à la distillation ; elle donna un liquide incolore, remarquable par sa grande disposition à cristalliser ; la masse figée ressemble au blanc de baleine, sa cassure présente, comme celle de ce dernier produit, des lamelles nacrées et comme feuilletées. La substance fondue se solidifie à 47° ; à l'état sec, elle distille régulièrement à la température de 184°, sans éprouver aucun changement dans son aspect ou dans sa composition ; l'eau la dissout, ainsi que l'éther et l'alcool ; elle donne de l'ammoniaque quand on la traite à chaud par la potasse.

» Ces propriétés, jointes aux circonstances dans lesquelles la matière se forme, indiquent assez sa nature, il est facile de reconnaître en elle l'*uréthane* ou *éther carbamique* que l'on a obtenu déjà par plusieurs procédés, soit en traitant par l'ammoniaque, le chlorocarbonate ou le carbonate d'éthyle, soit en faisant réagir sur l'alcool l'acide cyanique en vapeur ou le chlorure gazeux de cyanogène.

» La composition trouvée à l'analyse est venue confirmer la détermination spécifique faite d'après l'ensemble des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques.

» J'ai trouvé pour 100 parties

Carbone	39,62
Hydrogène	7,78
Azote	16,50
Oxygène	36,10
	100,00

» Le calcul exige pour la composition centésimale de l'uréthane représentée par la formule $C^2 O^3 Az H^2, C^4 H^5 O$

Carbone	40,45
Hydrogène	7,86
Azote	15,73
Oxygène	35,96
	100,00

» La différence entre les nombres fournis directement par l'analyse et ceux que donne le calcul est insignifiante; je n'ai pas jugé à propos de pousser plus loin l'examen de cette substance parfaitement caractérisée par toutes ses propriétés.

» Voilà donc un nouveau moyen de production de l'uréthane à ajouter à tous ceux que l'on connaît déjà. On conçoit facilement comment ce corps peut prendre naissance par l'action de la chaleur sur le cyanate de potasse en dissolution dans l'alcool aqueux; le sel alcalin se décompose comme en présence de l'eau seule, en donnant du bicarbonate de potasse et de l'ammoniaque; mais le bicarbonate se changeant par l'ébullition en sesquicarbonate et en acide carbonique, ce gaz se trouve en quelque sorte à l'état naissant en présence de l'alcool dans les conditions les plus favorables à la formation de l'éther carbonique, et celui-ci au contact de l'ammoniaque, autre produit de la décomposition du cyanate, donne de l'uréthane.

» Si cette manière de voir est exacte, on peut espérer de reproduire directement l'éther carbonique en chauffant ensemble dans des tubes fermés, à une température suffisamment élevée, le bicarbonate de potasse et l'alcool. J'ai tenté plusieurs fois l'expérience, mais j'ai toujours eu des explosions violentes dont l'effet le moins grave a été la perte des matières, d'où est résultée l'impossibilité de vérifier expérimentalement mon hypothèse.

» En mettant de côté toute idée théorique pour ne considérer que le fait, il reste acquis à la science que l'uréthane se produit par la décomposition réciproque du cyanate de potasse brut et de l'alcool aqueux à la température de l'ébullition; il se forme en même temps du sesquicarbonate de potasse, et il se dégage en outre de l'ammoniaque. Les produits de la réaction sont indiqués dans l'équivalence suivante :

$$4(CyOKO) + C^4H^6O^2 + 10\,HO) = C^6H^7AzO^4 + 3(Az\,H^3) + 2(3CO^2 2KO).$$

» La quantité d'uréthane fournie par ce procédé n'est pas très considérable; elle n'est cependant pas à dédaigner comme produit accessoire dans la préparation du cyanate. J'ai pu en effet retirer un peu plus de 67 grammes de matière pure du résidu des dix litres d'eaux-mères alcooliques soumises à la distillation.

» M. Wurtz a constaté la formation de l'uréthane par la décom-

position du chlorure de cyanogène en présence de l'alcool aqueux ordinaire ; j'ai observé un fait analogue dans l'*éther anhydre* ayant servi à la préparation des amides cyaniques et contenant du chlorure de cyanogène en dissolution ; il s'est formé un dépôt cristallin abondant de chlorhydrate d'ammoniaque insoluble dans l'éther et de l'uréthane qui est restée en dissolution ; il a dû se produire en outre d'autres matières dont je n'ai pas cherché à constater la présence.

» La réaction a eu lieu spontanément dans mon laboratoire de l'École polytechnique, à la température ordinaire et à l'abri de la lumière directe du soleil ; au bout de six mois, l'odeur caractéristique du chlorure de cyanogène avait disparu, la décomposition était complète ; l'éther retiré du flacon, filtré et soumis à l'évaporation, a laissé une matière cristallisable, fusible et volatile comme l'uréthane, dont elle avait d'ailleurs tous les caractères. »

Séance du 11 juillet 1857.

BOTANIQUE. — M. Ed. Prillieux a entretenu la Société, dans cette séance, de la sécrétion d'une matière qui colore la face inférieure des frondes de certaines Fougères.

On cultive dans les serres, comme plantes d'ornement, plusieurs espèces de Fougère appartenant au genre *Gymnogramma*, et qui sont remarquables en ce que la face inférieure de leurs frondes est colorée, dans certaines espèces en un blanc pur, dans d'autres en un jaune vif et clair dont la nuance rappelle tout à fait celle du soufre. M. P. a cherché quelle est la cause de cette coloration. L'examen le plus sommaire montre qu'elle est produite par une matière déposée à la surface de la fronde ; quand on touche la plante, la matière colorante reste fixée aux doigts, et au toucher seul on reconnaît que ce doit être une matière grasse. Chauffée sur un papier, elle y fait tache comme la graisse. Elle se dissout dans l'alcool, dans l'essence de térébenthine et dans l'huile. Il semble d'après cela qu'on ne saurait guère douter que ce soit une matière grasse ; mais il est une particularité qu'il est bon de signaler : quand on laisse évaporer l'alcool qui l'a dissoute, on voit cette substance cristalliser en petites paillettes en forme de parallélipipèdes. Il serait fort à souhaiter qu'on pût recueillir cette matière en quantité suffisante pour en faire l'analyse chimique.

M. P., en observant à l'aide du microscope cette matière dans l'état où la nature nous la présente, a été extrêmement surpris de voir qu'elle a une forme caractéristique. Ce n'est pas une poussière composée de granules sans forme déterminée, comme on aurait pu le supposer, mais un amas de filaments entrecroisés dans tous les sens. Ces filaments n'ont pas du tout l'aspect d'aiguilles cristallines, le plus souvent ils sont un peu courbés ; on ne saurait en donner une plus juste idée qu'en les comparant à ces fils de pâte qui forment le vermicelle.

Ne connaissant aucun produit de sécrétion qui présente ainsi une forme déterminée quoique non cristalline, M. P. a jugé intéressant de chercher par quel procédé est formée cette matière.

Il n'est pas difficile de trouver les organes qui la sécrètent ; ils sont répandus en très grand nombre à la face inférieure des frondes: ce sont des poils capités comme sont tant d'autres poils glanduleux. Si on les examine sans dissoudre au préalable la matière colorée, ils se montrent tout hérissés de filaments au milieu desquels on a peine à les distinguer. Quand à l'aide d'une goutte d'alcool on dissout la matière qui les couvre, on peut les observer très aisément. Leur forme rappelle assez bien celle des petits ballons à col allongé dont se servent les chimistes.

La partie sphérique qui forme le bout supérieur du poil est composée d'une seule cellule ; le pédicule, c'est-à-dire la partie qui correspond au col du ballon, est formé tantôt d'une, tantôt de deux cellules.

La tête du poil est ainsi sphérique dans les *Gymnogramma chrysophylla*, *farinosa* et *dealbata ;* elle est un peu allongée à peu près en forme d'œuf dans les *G. calomelanos* et *hybrida.* A cela près, les poils glanduleux de toutes ces espèces sont pareils.

Dans tous, quand on les examine avec soin et à l'aide de très forts grossissements, on peut voir que la paroi de la grosse cellule terminale est criblée d'un grand nombre de ponctuations extrêmement fines qui ne sont autre chose que des trous d'une excessive ténuité. La matière grasse, blanche ou colorée, se forme à l'intérieur du poil, puis elle est rejetée au dehors par les trous dont la paroi est percée. C'est en passant au travers de ces trous comme au travers d'une filière, qu'elle se façonne en fil et prend l'aspect si remarquable qui a été signalé plus haut. Dans le *G. hy-*

brida les ponctuations sont un peu plus visibles et les filaments plus gros que dans les autres espèces ; toutefois ils sont toujours d'une excessive finesse; ils n'atteignent guère plus de $\frac{1}{700}$ de millimètre, même dans le *G. hybrida*.

M. P. termine ainsi sa note : — « Je crois les faits que je signale à l'attention de la Société entièrement nouveaux ; pourtant la matière qui colore la face inférieure des frondes de *Gymnogramma* et les organes qui la sécrètent ont déjà été étudiés par un illustre botaniste allemand qui les a figurés dans ses *Tabulæ*. Il est évident d'après les dessins et les courtes descriptions qui y sont jointes, que Link n'a pas vu la forme singulière que présente la matière sécrétée. Quant au poil capité, il lui a attribué une composition beaucoup plus compliquée qu'elle n'est en réalité. Il suppose que la partie renflée est formée, non d'une seule cellule, mais d'un nombre considérable de cellules d'un véritable tissu cellulaire. J'ai d'abord été étonné d'une pareille erreur sur un point si facile à observer, mais j'ai trouvé dans la figure même l'indication de la cause de cette erreur. Pour observer les poils sécréteurs des *Gymnogramma*, j'ai toujours fait des coupes très minces de la fronde, de telle sorte que le poil reposait directement sur la plaque de verre. Link n'a pas agi ainsi, il a enlevé des lambeaux d'épiderme; en couvrant la préparation d'une mince lame de verre, il a couché les poils sur l'épiderme. Il a vu alors à travers la tête du poil les bords des cellules épidermiques qu'il a cru appartenir au poil même, et a fait d'après cela des dessins dans lesquels il a rendu non précisément ce qu'il voyait, mais ce qu'il croyait exister. »

Séance du 18 juillet 1857.

PHYSIQUE. *Solidification des liquides refroidis au-dessous de leur point de fusion.* — M. Ed. Desains a lu à la Société, dans cette séance, la note suivante.

« Lorsqu'un liquide est refroidi au-dessous de son point de congélation et qu'on l'agite, il se solidifie plus ou moins complétement et se réchauffe à cause de la chaleur dégagée par cette solidification. Ce phénomène présente trois cas à examiner.

» 1° Si l'abaissement de température est convenable, tout le liquide se gèle et se réchauffe jusqu'au point de fusion.

» 2° Si l'abaissement de température a été plus grand que dans ce premier cas, tout le liquide se gèle encore, mais la chaleur dégagée n'est pas assez grande pour le réchauffer jusqu'au point de fusion.

» 3° Si l'abaissement de température a été moindre que dans le premier cas, une partie seulement du liquide se gèle, et le solide formé, aussi bien que le liquide non gelé, se réchauffe exactement au point de fusion.

» A chacun de ces cas correspond un problème :

» 1° Déterminer la température θ à laquelle il faut refroidir un liquide pour qu'il se gèle tout entier et se réchauffe au point de fusion.

» 2° Un liquide ayant été refroidi au-dessous de θ, déterminer la température à laquelle il se réchauffera en se gelant tout entier. Cette température est inférieure à son point de fusion.

» 3° Un liquide ayant été refroidi à une température supérieure à θ, il ne se gèlera pas tout entier ; déterminer le poids de la partie qui se gèle.

» Ces problèmes se résolvent différemment, suivant que la chaleur spécifique du solide est ou n'est pas la même que celle du liquide, aux environs de son point de fusion. Je représente ces deux chaleurs spécifiques par c et c'.

» Soit $c=c'$; c'est le cas du phosphore.

» 1° Un poids p de liquide est contenu dans un vase dont le poids est q et la chaleur spécifique γ. Le point de fusion est T. La température du liquide refroidi est θ. On veut déterminer θ par la condition que tout se gèle et que la température finale soit T. On connaît l, chaleur latente du liquide.

» Le poids p en se gelant dégage lp. Cette chaleur échauffe le poids p et le vase de $(T-\theta)$ degrés. On a donc

$$lp=(pc+q\gamma)(T-\theta)\,;\ \text{d'où}\ T-\theta=\frac{lp}{pc+q\gamma}.$$

Si l'on néglige l'influence du vase on aura $T-\theta=\frac{l}{c}$. Dans le cas du phosphore $l=5,4$, $c=0,2$, $T-\theta=27$, et comme $T=44,2$, $\theta=17,2$.

» 2° Le liquide en se gelant tout entier dégage toujours lp.

Soit t' la température à laquelle il a été abaissé, et y celle à laquelle il se réchauffe.

$lp = (pc + q\gamma)(y - t'), \; y = \dfrac{lp}{pc+q\gamma} + t'$; et si $q\gamma$ est négligeable $y = \dfrac{l}{c} + t'$.

» 3° Soit p' le poids qui se gèle, t' la température initiale, p' dégagera lp' en se gelant, et cette chaleur échauffera tout l'appareil jusqu'au point de fusion T.

$$lp' = (pc+q\gamma)(T-t');\; p' = \frac{pc+q\gamma}{l}(T-t').$$

» Soit c différent de c'; c'est le cas de l'eau.

» Quelque rapide que soit la solidification d'un liquide refroidi au-dessous de son point de fusion, elle a cependant une durée finie que l'on peut partager en instants infiniment petits. A une certaine époque de cette durée, soit p' le poids déjà solidifié et dp' le poids qui se solidifie dans l'instant suivant; dp' dégagera une quantité de chaleur ldp' qui se portera sur p', sur $(p-p')$ et sur le vase et les échauffera d'un nombre de degrés dt. On aura

$$ldp' = p'c\,dt + (p-p')\,c'dt + q\gamma dt,$$

d'où $\dfrac{dp'}{pc'+q\gamma+p'(c-c')} = \dfrac{dt}{l}$, et, en intégrant,

$$pc'+q\gamma+(c-c')p' = Ae^{\frac{c-c'}{l}t},$$

A étant une constante et e la base des logarithmes népériens.

» Pour déterminer A je remarque que l'on avait $p'=0$ quand la température t était la température initiale t' à laquelle le liquide a été refroidi. Donc $pc'+q\gamma = Ae^{\frac{c-c'}{l}t'}$, et, en divisant les deux égalités l'une par l'autre,

$$1 + \frac{c-c'}{pc'+q\gamma}p' = e^{\frac{c-c'}{l}(t-t')}.$$

» Telle est l'équation qui servira à résoudre les trois problèmes lorsque c différera de c'.

» 1° Quelle doit être la température initiale θ pour que le liquide se gèle tout entier et se réchauffe jusqu'au point de fusion ?

« Il faut écrire $p'=p$ et $t=T$, puis faire $t'=\theta$. Je négligerai d'ailleurs dans ces solutions l'influence du vase. Alors

$$1+\frac{c-c'}{c'}=e^{\frac{c-c}{l}(T-\theta)}\ ;\ \frac{c-c'}{l}(T-\theta)=\text{Log}\,\frac{c}{c'},$$

le logarithme étant népérien.

» Dans le cas de l'eau $T=0$, $\frac{c}{c'}=0{,}5$, $c-c'=-0{,}5$, $\frac{c-c'}{l}=-\frac{0{,}5}{79{,}25}$, $\theta=\frac{79{,}25}{0{,}5}\text{Log}\,\frac{1}{2}=158{,}5.\ \text{Log}\,\frac{1}{2}=-158{,}5$ $\text{Log}\,2$; et comme $\text{Log}\,2=0{,}69315$, $\theta=-109{,}86$.

» Ainsi il faudrait refroidir l'eau liquide à $-109^\circ{,}86$ pour qu'elle se gelât entièrement et remontât au point de fusion.

» 2° On refroidit le liquide à une température t' inférieure à θ ; il se gèle tout entier et se réchauffe à une température y inférieure à T.

» Comme il se gèle tout entier $p=p'$, et en négligeant l'influence du vase, on a pour déterminer y l'équation

$$\frac{c}{c'}=e^{\frac{c-c}{l}(y-t')}\ ;\ \text{d'où}\ y=t'+\frac{l}{c-c'}\,\text{Log}\,\frac{c}{c'}.$$

» 3° La température initiale t' étant supérieure à la valeur θ du n° (1), une partie p' du liquide se gèle ; il faut la déterminer.

» Ici $t=T$; t' est donné ; on cherche p'.

» En négligeant $q\gamma$ l'équation donne

$$1+\frac{c-c'}{c}\,\frac{p}{p'}=e^{\frac{c-c'}{l}(T-t')}\ ;$$

$$-\frac{p}{p'} = c' \times \frac{1 - e^{\frac{c-c'}{t}(T-t')}}{c-c'}$$

» Dans le cas de l'eau refroidie à —20°

$$\frac{p'}{p} = \frac{1 - e^{\frac{-10}{79,25}}}{0,5} = \frac{1 - e^{-0,113}}{0,5} = 2 - \frac{2}{e^{0,113}}$$
$$= 2 - 1,7863 = 0,2137.$$

» Ainsi quand de l'eau est refroidie à 20° au-dessous de zéro et qu'on l'agite, les deux dixièmes environ du liquide se solidifient et le corps tout entier se réchauffe à zéro.

» Cette discussion conduit aux remarques suivantes :

» C'est un excellent moyen, pour déterminer le point de congélation d'un liquide, de le refroidir de quelques degrés au-dessous de ce point, de l'agiter légèrement et d'observer la température à laquelle il se réchauffe.

» M. Despretz a conseillé ce procédé et en a constaté l'exactitude sur des dissolutions salines en montrant qu'elles se réchauffaient toujours au même degré en se gelant, bien qu'elles eussent été refroidies inégalement avant de geler.

» Mais, quand on emploie ce procédé, il faut avoir bien soin de ne pas refroidir le liquide assez pour qu'il se gèle entièrement ; car, lorsque cela a lieu, il se réchauffe à des températures qui diffèrent les unes des autres suivant les degrés auxquels il a été abaissé et qui ne donnent en aucune manière son point de congélation. »

ZOOLOGIE. *Lingules.* — La note suivante *sur les muscles et les mouvements des valves, chez les Lingules*, a été lue dans la même séance par M. Pierre Gratiolet.

« Il y a quelques années, lorsque je communiquai à la Société mes premières recherches sur l'anatomie des Brachiopodes, j'insistai principalement sur l'existence de deux systèmes antagonistes de muscles dans les Térébratules, les uns rapprochant les valves, les autres les écartant ; j'ai été assez heureux pour voir ces vues acceptées par tous les anatomistes, et je ne le suis pas moins d'a-

voir contribué à faire enfin rendre à M. le professeur Quenstedt, le premier auteur de cette découverte, la justice qui lui est due.

» Toutefois, ces résultats, applicables à l'explication du mouvement de la coquille dans tous les genres de Brachiopodes dont les valves présentent une articulation ginglymoïdale, n'expliquaient pas également ces mouvements dans les genres dont les valves ne s'articulent pas entre elles, et en particulier dans les Lingules et les Orbicules. Il y avait là certaines difficultés que je suis parvenu à résoudre par une étude attentive du système musculaire des Lingules. La complication de ce système est singulière et rappelle celle qu'on observe dans certains animaux articulés. On peut, en effet, y compter vingt-quatre muscles distincts, savoir :

» 1° *Deux muscles adducteurs directs.* Situés immédiatement en arrière de la racine des bras, ils vont directement d'une valve à l'autre valve.

» 2° *Deux muscles diducteurs.* Situés à l'extrémité de l'animal, ils passent également d'une valve à l'autre valve.

» 3° *Six muscles adducteurs obliques longitudinaux*, savoir:

» *a. Deux muscles internes antéro-postérieurs.* Ils s'attachent à la valve supérieure en arrière des bras et descendent obliquement d'arrière en avant à la valve inférieure, entre les deux muscles adducteurs directs.

» *b. Deux muscles externes antéro-postérieurs.* Ils s'attachent à la valve supérieure au même point que les précédents et descendent à la valve inférieure où leur ligne d'insertion se continue avec celle de ces muscles. Ils sont séparés l'un de l'autre par les deux muscles adducteurs directs.

» Ces muscles et les précédents font glisser d'avant en arrière la valve supérieure sur l'inférieure.

» *c. Deux muscles obliques postéro antérieurs.* Ils s'attachent en arrière des muscles adducteurs directs à la valve supérieure et se portent d'arrière en avant à la valve inférieure où ils se fixent en avant de ces muscles directs qu'ils embrassent étroitement.

» Ces muscles sont antagonistes des précédents et font glisser d'arrière en avant la valve supérieure sur l'inférieure.

» 4° *Deux muscles adducteurs obliques transversaux.* L'un de ces muscles est simple. Il descend du côté droit de la valve supérieure au côté gauche de l'inférieure.

» L'autre est formé de deux faisceaux distincts, ils descendent l'un au-dessus, l'autre au-dessous du précédent, du côté gauche de la valve supérieure au côté droit de l'inférieure. Ces muscles font glisser de droite à gauche, et réciproquement, les deux valves l'une sur l'autre.

» 5° *Un muscle con tricteur transverse*, étendu de droite à gauche transversalement au-dessus de la valve inférieure, immédiatement en arrière des muscles adducteurs directs.

» 6° *Deux muscles rétracteurs des bras*. Ils suivent la spire du canal basilaire des bras dont ils resserrent les tours.

» 7° *Deux muscles abaisseurs des bras*. De la partie moyenne de l'arc transverse du canal basilaire des bras, ils se portent à la valve inférieure. Ces muscles très grêles sont compris entre les extrémités antérieures des deux muscles adducteurs obliques postéro-antérieurs. Leur rôle est d'écarter de la valve supérieure la masse des bras.

» 8° *Six muscles peaussiers*, savoir :

» *a. Deux muscles peaussiers antérieurs*. Intimement confondus sur la ligne médiane, ils revêtent d'une enveloppe contractile la saillie formée au-dessous des bras, par les extrémités antérieures des muscles adducteurs obliques postéro-antérieurs.

» *b. Deux muscles peaussiers verticaux postérieurs*. Ils descendent de chaque côté de la valve supérieure à la valve inférieure, et doublent entre ces deux valves la peau de l'animal, dans toute l'étendue de son tiers postérieur.

» *c. Deux muscles peaussiers longitudinaux*. Étendus d'arrière en avant sur les côtés de la cavité viscérale de l'animal, ils exercent sur sa masse une compression circulaire.

» Sur l'existence de ces muscles peaussiers et surtout de ces deux derniers muscles est fondée l'explication des mouvements de la coquille. En effet, grâce a eux, l'animal peut se raccourcir, et, par conséquent, se gonfler de bas en haut. Dans cette attitude, les deux valves de la coquille sont écartées ; or, si le muscle diducteur se contracte alors, la coquille s'ouvre du côté des bras, c'est-à-dire en avant ; si le muscle adducteur direct se contracte, elle se ferme de ce côté et s'ouvre de l'autre ; si tous les muscles adducteurs se contractent à la fois, la coquille se ferme absolu-

ment, par une juxta-position parfaite et régulière de ses deux valves.

» La même explication du mouvement des valves est applicable aux Orbicules, malgré une simplicité beaucoup plus grande de leur système musculaire; les *Orbicules*, en effet, sont les *Lingules* sessiles ou sans pédicule.

» L'existence de muscles circulaires analogues à ceux des Orbicules et des Lingules permettait sans doute, chez les *Rudistes*, l'écartement des deux valves engrenées par suite de l'existence de longues apophyses de l'une des valves, pénétrant dans des cavités correspondantes de l'autre valve. Cette observation résout donc une assez grande difficulté, que ces animaux fussent des Brachiopodes comme on l'a cru longtemps, ou des *Ostracés* comme quelques naturalistes le prétendent aujourd'hui, question que je n'ai pas la prétention de résoudre dans cette note.

» Pour compléter cette description des muscles des *Lingules*, il me suffira d'ajouter qu'il existe à la base des soies qui bordent le manteau un muscle marginal analogue à celui qu'on observe dans les Térébratules. »

Séance du 25 juillet 1857.

GÉOLOGIE. *Pierre ollaire.* — On donne le nom de *pierre ollaire* à des roches très tendres qui supportent l'action du feu et qui se travaillent avec une grande facilité sur le tour. L'exposition universelle de 1855 ayant réuni à Paris une nombreuse collection de pierres ollaires provenant de divers pays, M. Delesse a pensé qu'il y aurait de l'intérêt à les étudier, et le résultat de cette étude est l'objet d'une communication qu'il a faite à la Société.

« Je remarquerai tout d'abord, dit l'auteur, que la pierre ollaire ne forme pas une espèce minérale, comme quelques auteurs paraissent l'admettre : c'est une roche, et elle a même une composition minéralogique très variable. Je rappelle ses propriétés physiques, qui restent à peu près les mêmes quelle que soit sa composition minéralogique. Sa couleur est verte, vert-noirâtre, grise, plus rarement blanche. Elle est très douce au toucher, et se laisse facilement rayer par l'ongle. Elle n'est pas sonore, et elle reçoit l'empreinte du marteau sous lequel elle s'écrase. Elle est réfractaire ou au moins très difficilement fusible. Elle se laisse

tailler, couper et scier très aisément. Enfin, comme son nom l'indique, on peut en fabriquer sur le tour des ustensiles de ménage.

» Voici quelle est la composition de quelques pierres ollaires :

» I. — Pierre ollaire vert-foncé avec lamelles entrecroisées de chlorite vert-noirâtre et quelques grains de fer oxydulé titané ; de Drontheim (Norwége).

» II. — Pierre ollaire vert-grisâtre, avec lamelles de chlorite qui lui donnent une structure schistoïde ; de Potton (Bas Canada).

» III. — Pierre ollaire vert-grisâtre, avec grandes lamelles de talc blanc-verdâtre argenté, des paillettes microscopiques de chlorite vert-foncé, du fer oxydulé, du carbonate à base de magnésie et de fer ; de Chiavenna (Suisse).

» IV. — Pierre ollaire vert-grisâtre, à structure fibro lamelleuse, contenant du fer oxydulé et du carbonate à base de magnésie et de fer ; de Kvikne (Norwége).

» V. — Pierre ollaire gris d'ardoise, un peu schistoïde, avec lamelles de chlorite vert-foncé et talc grisâtre ; de Kutnagherry (Inde).

	I	II	III	IV	V
Silice	27,53	29,88	36,57	38,53	47,12
Alumine	29,65 (a)	29,53	1,75	3,55	8,07
Sesquioxyde de fer			5,85	8,20	3,82
Magnésie (diff.)	29,27	28,32	35,39 (b)	31,45	32,49
Chaux	1,50	0,77	1,44	4,02	»
Eau	12,05	11,50	4,97	4,25	8,50
Acide carbonique	»	»	14,03	10,00	»
Somme	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» On voit que la composition des pierres ollaires est très variable ; cependant toutes sont des hydrosilicates de magnésie. Elles sont essentiellement formées de chlorite, de talc, de stéatite ; elles peuvent aussi contenir de la serpentine.

» J'observerai d'abord qu'il est très bizarre de trouver de l'eau dans une roche qui supporte sans se fissurer la chaleur nécessaire

(a) Un peu d'oxyde de titane. (b) Un peu de protoxyde de manganèse.

à la cuisson des aliments. Wiegleb, qui s'est occupé de son analyse, ne la mentionne pas; et, au premier abord, il devait en effet sembler assez naturel d'admettre qu'il n'y en avait pas. Toutefois, lorsqu'on chauffe la pierre ollaire dans un tube fermé, on reconnait facilement qu'elle contient toujours de l'eau. L'essai d'un grand nombre de variétés m'a même montré qu'elle en renferme de 5 à 13 p. 100.

» Mais si la présence de l'eau dans la pierre ollaire est remarquable, celle des carbonates est plus extraordinaire encore. Quelquefois on y trouve du carbonate de chaux qui imprègne la roche, et qui y forme même, comme à Drontheim, des veinules dans lesquelles il est accompagné par de la chlorite. Le plus généralement cependant, le carbonate est en lamelles microscopiques, intimement disséminées dans la pierre ollaire; c'est surtout un carbonate à base de magnésie et de fer. L'existence d'un carbonate dans la pierre ollaire est très bizarre, d'après les usages auxquels on l'emploie. Mais elle n'a rien qui doive surprendre d'après la composition de cette roche; car les carbonates, notamment le carbonate de magnésie et la dolomie, sont fréquemment associés aux hydrosilicates de magnésie.

» Parmi les minéraux accessoires disséminés dans la pierre ollaire, je citerai encore le fer oxydulé. Il y en a 8 pour 100 dans celle de Chiavenna.

» Le fer oxydulé peut aussi être titané, comme dans la pierre ollaire de Drontheim.

» La pyrite de fer est plus rare dans la pierre ollaire, et de plus elle est accidentelle. Cependant j'en ai observé de petits cubes dans celle de Chiavenna.

» Quand on traite la pierre ollaire par l'acide chlorhydrique, elle fait souvent effervescence; mais quelquefois elle dégage aussi de l'hydrogène sulfuré. C'est ce qu'il est facile de constater pour les pierres ollaires de Chiavenna et surtout de Kvikne. Elles doivent donc contenir un sulfure autre que la pyrite de fer, et l'on y trouve en effet un peu de pyrite magnétique.

» Enfin Wiegleb a signalé du fluor dans la pierre ollaire; mais sa présence est accidentelle et tient vraisemblablement à un peu de mica.

» En résumé la composition minéralogique de la pierre ollaire,

est assez variée, et il est facile de s'en rendre compte en jetant les yeux sur les analyses précédentes qui diffèrent beaucoup entre elles. »

ZOOLOGIE. — Dans cette séance, M. Pucheran a entretenu aussi la Société de quelques résultats zoologiques obtenus par des explorations faites récemment dans le Sahara d'Algérie.

« Il y a bientôt une quinzaine d'années, a-t-il dit, que je dus faire le catalogue d'une collection de Mammifères et d'Oiseaux, provenant des rives du Nil blanc, et que M. d'Arnaud envoyait au musée de Paris. C'était la première fois qu'un semblable labeur m'était confié, et pour m'en acquitter avec soin j'eus l'heureuse idée de me servir, pour la détermination de la partie ornithologique, du travail de M. Swainson sur l'ornithologie de l'Afrique occidentale. Cette manière de procéder ne manquait pas d'une certaine hardiesse; mais en constatant l'analogie de la faune de l'ouest avec celle de l'est, sous les mêmes parallèles, il me fut possible de porter mon attention sur la division en zones du continent africain.

» C'est à un travail en sens contraire que je me suis livré, il y a quelques semaines, pour la détermination des Mammifères et des Oiseaux envoyés par M. le capitaine Loche, détermination dont j'avais été chargé par M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Cette collection provient du Sahara de la province d'Alger. Dès le premier coup d'œil que je jetai sur les objets qui en font partie, il me fut démontré que la faune de l'Algérie était dépourvue d'une partie de ces espèces, et que, si elles étaient nouvelles pour cette région de l'Afrique, la plupart d'entre elles devaient se trouver décrites dans les ouvrages consacrés à la zoologie du nord-est du continent africain. J'ai dès lors consulté les publications de MM. Cretzchmar et Rüppel et celles de MM. Lichtenstein et Temminck, Sundwal et Ch. Bonaparte, dans lesquelles se trouvent décrits, et quelquefois même figurés, la plupart des types qui habitent les régions situées au sud de l'Égypte. Les efforts que j'ai faits dans cette direction ont été couronnés d'un succès complet : sur dix espèces de Mammifères déjà connues et provenant du Sahara algérien, il en est deux en effet déjà décrites par MM. Cretzchmar et Rüppel. Parmi les Oiseaux, le nombre des types, connus seulement jusqu'ici comme originaires de l'est,

est plus considérable : il s'élève jusqu'à douze, et le nombre total des espèces, faisant partie de la collection dont nous parlons, ne dépasse pas vingt.

» Postérieurement à la communication de M. le capitaine Loche, M. Marès a adressé à l'Académie des sciences le résultat de ses observations d'histoire naturelle dans le sud de la province d'Oran. M. Marès a pu pénétrer, à une distance de plus de sept cents kilomètres d'Oran, dans les parties du grand Sahara qui sont voisines du Touat : il a constaté la présence du Fennec, du Mouflon à manchettes (*Ovis tragelaphus*, Geoff. St-H.), ce qui était facile à prévoir : c'est au contraire pour la première fois que se trouvent signalés, comme habitant cette région, le *Lepus isabellinus* et l'*Antilope addax*.

» Tous ces faits confirment la limitation dans le nord-ouest de l'Afrique de la zone spécifique du continent africain que nous avons déjà désignée ailleurs sous le nom de *zone septentrionale du centre de l'Afrique*. Les observations de M. le capitaine Loche, celles de M. Marès, constituent en effet, pour la géographie zoologique, un véritable progrès, et c'est pour le constater et l'affirmer qu'il nous a paru nécessaire de rédiger la présente note. »

OPTIQUE. — M. Léon Foucault a présenté à la Société un nouveau polariseur qui résulte d'une modification dans la coupe du prisme de Nicol.

Le prisme de Nicol est formé d'un canon de spath diagonalement coupé d'angle en angle obtus par un plan formant avec les bases un angle de près de 90 degrés. Pour que les bases restent entières, il faut que le parallélipipède obtenu par clivage ait des proportions telles que les arêtes longitudinales dépassent en longueur trois fois celle du côté des bases. La section étant faite et les faces polies, on rapproche les deux parties et on les colle avec du baume de Canada. L'interposition de cette lame monoréfringente dans la matière du spath sépare les deux rayons qui se présentent pour traverser le prisme dans toute direction voisine de l'axe de figure; elle réfléchit totalement le rayon ordinaire et elle laisse passer librement le rayon extraordinaire.

On arrive à peu près au même résultat en coupant le solide de clivage par un plan moins incliné sur l'axe de figure, pourvu

qu'en même temps on remplace le baume par un milieu moins réfringent.

Si donc on incline la coupe à 59 degrés sur le plan de l'une et de l'autre base, le solide strictement nécessaire se réduit presque au tiers de la longueur qu'il comporte dans le prisme de Nicol, et si après avoir poli les nouvelles faces on remet les morceaux en place, en ménageant entre eux l'épaisseur d'une lame d'air, le système fonctionne comme le prisme de Nicol et constitue un polariseur capable d'exercer une action complète sur un faisceau de lumière dont la divergence n'excède pas un angle de 6 à 8 degrés.

Séance du 8 août 1857.

PHYSIQUE. *Interrupteur à double effet pour les appareils d'induction.* — M. Léon Foucault après avoir rappelé qu'il a communiqué l'année dernière à la Société (séance du 19 avril) la description d'un interrupteur à mercure et à lame vibrante, qui permet d'augmenter considérablement les effets des appareils d'induction, fait connaître dans la note suivante une modification qu'il a récemment apportée à cet appareil.

« Ces sortes de machines qui, à l'époque où j'ai commencé mes recherches, ne donnaient l'étincelle qu'à la distance de douze ou quinze millimètres, ont pu être réunies ensemble et ont fourni entre mes mains un jet continu d'étincelles de huit centimètres de longueur. Depuis lors les constructeurs d'appareils ont senti la nécessité de réaliser un isolement plus parfait, et aujourd'hui ils obtiennent, en distribuant le courant inducteur au moyen de l'interrupteur à mercure, des effets de plus en plus développés. Ainsi qu'on peut s'en assurer auprès de notre habile artiste M. Ruhmkorff, les étincelles acquièrent jusqu'à 20 centimètres de long et la tension devient telle qu'on perfore le verre sous une épaisseur de 8 à 10 millimètres en dirigeant la décharge sur une lame de glace placée entre les deux pôles.

» Voyant que l'interrupteur à mercure atteint réellement son but j'ai cru devoir y apporter un perfectionnement qui permet d'en tirer encore un meilleur parti.

» Lorsque l'interrupteur à mercure fonctionne, l'interruption du courant inducteur a lieu par le fait de l'émersion de la partie

vibrante hors du mercure employé à fermer le circuit ; et comme l'émersion dure à peu près autant que l'immersion, il en résulte que la pile chargée de fournir le courant inducteur demeure inactive la moitié du temps. J'ai donc cherché à utiliser ce temps perdu et j'y ai réussi en faisant de l'interrupteur un instrument à double effet.

» Dans la nouvelle position que je vais essayer de décrire, la pièce vibrante est disposée de manière a opérer alternativement la distribution par l'une et par l'autre extrémité ; elle est donc terminée par deux crochets qui s'en agent de part et d'autre dans les godets à mercure. Cette pièce vibrante est horizontalément suspendue par une lame élastique qui lui permet d'osciller de part et d'autre de sa position d'équilibre à peu près comme un fléau de balance : chacun des bras porte un barreau de fer doux placé en regard d'un électro-aimant destiné à perpétuer le mouvement vibratoire.

» Par cette disposition les deux branches de l'interrupteur fonctionnent alternativement pour distribuer le même courant et tous les organes étant répétés en double l'appareil présente une symétrie parfaite.

» Pour mettre l'appareil en activité il faut verser du mercure dans les deux godets jusqu'à ce que la surface libre du liquide approche de très près l'une et l'autre pointe de distribution ; on verse ensuite de l'alcool par dessus. Les communications étant établies il suffit d'incliner la pièce vibrante pour la faire plonger dans l'un des deux godets et pour établir un mouvement vibratoire qui se perpétue ensuite de lui-même.

» En tenant compte de la description qui vient d'être indiquée, on comprend aisément que chacune des branches de l'interrupteur à double effet agit au service du même courant comme agirait la branche unique d'un interrupteur simple ; mais comme elles fonctionnent alternativement, elles suppriment réciproquement leurs temps perdus, et elles ne laissent le courant inducteur interrompu que pendant la durée du temps strictement nécessaire à la manifestation des phénomènes d'induction. Aussi l'interrupteur à double effet donne-t-il dans l'unité de temps un nombre d'étincelles double de celui que fournit l'interrupteur simple sans qu'il en résulte un affaiblissement sensible dans l'intensité de chaque

décharge considérée isolément. Les effets sont donc sensiblement doublés, ce qui motive la dénomination que je propose d'affecter au nouvel interrupteur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — M. Berthelot a communiqué à la Société, dans cette séance, trois notes de chimie organique : la 1re sur les alcools polyatomiques ; la 2e sur les combinaisons formées entre la glycérine et les acides chlorhydrique, bromhydrique et acétique (cette deuxième note en commun avec M. de Luca) ; la 3e sur la synthèse des carbures d'hydrogène. Voici ces trois notes :

I. *Sur les alcools polyatomiques*, par M. Berthelot.

Dans mes recherches sur la synthèse des corps gras neutres, j'ai montré que la glycérine présente vis-à-vis de l'alcool précisément les mêmes relations que l'acide phosphorique vis-à-vis de l'acide azotique. L'acide azotique ne forme avec les bases qu'une seule série de sels neutres, les azotates monobasiques, tandis que l'acide phosphorique produit avec les bases trois séries distinctes de sels neutres : les métaphosphates monobasiques, les pyrophosphates bibasiques, et les phosphates ordinaires tribasiques. De même, l'alcool ne produit avec les acides qu'une seule série de combinaisons neutres, les éthers, formés par l'union d'un équivalent d'alcool et d'un équivalent d'acide avec élimination de deux équivalents d'eau, tandis que la glycérine forme avec les acides trois séries distinctes de combinaisons neutres. Parmi ces composés, les uns résultent de l'union d'un équivalent de glycérine et d'un seul équivalent d'acide, avec élimination d'un équivalent d'eau, ils correspondent aux métaphosphates ; d'autres résultent de l'union de deux équivalents d'acide et d'un seul équivalent de glycérine avec élimination d'eau ; ils correspondent aux pyrophosphates ; les derniers enfin, identiques avec les corps gras naturels, résultent de l'union d'un équivalent de glycérine avec trois équivalents d'acide et séparation de six équivalents d'eau, ils correspondent aux phosphates ordinaires.

Dans les derniers composés glycériques, la proportion d'oxygène est telle que si on voulait les représenter comme formés par l'union d'un acide anhydre avec la glycérine anhydre, l'oxygène de l'acide serait à l'oxygène de la base dans le même rapport que dans les sels neutres, relation digne d'être remarquée bien qu'elle ne

présente pas le même caractère de généralité dans l'étude des corps gras neutres que dans celle des sels proprement dits.

En résumé, la glycérine est un alcool triatomique : l'idée était nouvelle aussi bien que le mot lorsque je les énonçai pour la première fois sous la forme même qui vient d'être rappelée (Acad. des sc., 3 avril 1854).

Ces théories, que j'ai déduites d'un grand nombre d'expériences continuées pendant plusieurs années et que j'ai exprimées par une nomenclature spéciale, sont acceptées aujourd'hui par presque tous les chimistes : elles représentent, à l'aide de formules simples, l'histoire chimique des corps gras neutres ; c'est à elles que l'on a eu recours pour expliquer et prévoir divers phénomènes relatifs à la constitution de ces mêmes corps gras. Il suffit d'appliquer à la glycérine, envisagée comme un alcool triatomique, les divers réactions qu'éprouve l'alcool ordinaire, non-seulement de la part des acides, mais encore de la part des agents d'oxydation, de chloruration, de réduction, etc., pour en déduire par une généralisation probable et régulière la formation d'une multitude immense de composés, les uns nouveaux, les autres déjà connus, mais qui n'ont pas encore été rapprochés de la glycérine. Enfin, ces considérations m'ont permis de calculer approximativement certaines propriétés physiques des corps gras neutres naturels et artificiels, telles que leur densité et leur point d'ébullition.

Ces mêmes opinions ont été confirmées par l'application inattendue que j'en ai faite à diverses substances analogues à la glycérine, telles que la mannite, la dulcine, plusieurs matières sucrées du même ordre, et le glucose lui-même (Acad. des sc., 17 septembre 1855, 9 juin 1856).

Tous ces corps peuvent jouer le rôle de la glycérine, s'unir aux acides suivant les mêmes rapports, et produire des composés neutres analogues aux corps gras eux-mêmes. La mannite, la dulcine, la quercite, la pinite, l'érythroglucine et le glucose sont donc, au même titre que la glycérine, des alcools polyatomiques.

Ces faits permettent d'ailleurs d'étendre l'application des mêmes théories à une multitude de corps naturels tels que la salicine, la populine, le tannin, l'amygdaline, etc, tous corps susceptibles de

se dédoubler en 2, 3, 4 composés distincts avec fixation d'eau et régénération d'un sucre analogue au glucose.

A cette occasion, j'ai signalé et vérifié par diverses expériences une conséquence curieuse déduite des propriétés des alcools polyatomiques ; l'existence d'un alcool triatomique implique celle d'un grand nombre d'alcools biatomiques et d'un nombre immense d'alcools monoatomiques. En effet, chacun des composés formés par l'union de la glycérine avec un seul équivalent d'un acide peut encore s'unir avec deux nouveaux équivalents d'acides quelconques ; on peut donc le regarder comme une sorte d'alcool biatomique ; enfin chacun des composés auxquels la glycérine donne naissance en s'unissant avec deux équivalents d'acide peut encore se combiner à un nouvel équivalent d'un acide quelconque, propriété qui caractérise les alcools monoatomiques.

Cet ensemble de faits et de théories relatifs aux alcools polyatomiques que j'ai énoncés le premier, dont j'ai seul poursuivi l'étude pendant trois années, est devenu depuis un an le point de départ de nombreuses et importantes recherches en France et en Allemagne.

Depuis cette époque, guidés par les vues que j'avais formulées, M. Wurtz, et, après lui, MM. Buff, Limpricht et Wicke, viennent de découvrir plusieurs alcools biatomiques intermédiaires par leurs propriétés et par leur composition entre les alcools proprement dits monoatomiques, et la glycérine triatomique. Bien que la constitution de ces nouveaux composés n'ait pas encore été établie avec autant de certitude que celle de la glycérine, bien qu'on n'ait encore ni préparé plusieurs combinaisons neutres entre un même acide et ces alcools regardés comme biatomiques, ni obtenu des composés formés par leur union avec deux acides distincts, les réactions des alcools biatomiques n'en fournissent pas moins une nouvelle et très intéressante confirmation des vues et des expériences relatives à la glycérine, à la mannite et aux substances analogues.

Pour donner à ces théories un contrôle plus complet, nous avons cru utile, M. de Luca et moi, de préparer une série de combinaisons nouvelles formées par l'union d'un seul équivalent de glycérine avec deux et même avec trois acides différents. Ce travail achève de mettre en lumière la constitution des composés

glycériques et montre à quelle variété presque infinie de combinaisons complexes on peut donner naissance par l'union d'un nombre limité d'acides avec chacun des alcools polyatomiques.

II. *Sur les combinaisons formées entre la glycérine et les acides chlorhydrique, bromhydrique et acétique*, par MM. Berthelot et de Luca.

Dans le présent mémoire nous nous sommes proposés d'étudier un certain nombre de combinaisons doubles et triples qui résultent de l'union simultanée d'un seul équivalent de glycérine avec deux ou même avec trois acides différents : ces composés complexes sont d'autant plus intéressants que leurs analogues se retrouvent dans l'étude des corps gras naturels. Les combinaisons de cet ordre sont faciles à produire : car elles prennent naissance d'une manière à peu près constante, lorsqu'on fait agir simultanément plusieurs acides sur la glycérine, mais leur purification présente en général de grandes difficultés, en raison de leur fixité et de leur nature liquide. Aussi nous avons dû nous adresser aux acides qui forment avec la glycérine des composés volatils sans décomposition et dès lors susceptibles d'être purifiés : nous avons choisi les acides chlorhydrique, bromhydrique et acétique. Les résultats auxquels nous sommes arrivés complètent l'étude des combinaisons glycériques, envisagées comme dérivées d'un alcool triatomique ; ils constituent le type le plus complet et le plus général qui soit encore connu des composés formés par trois acides combinés isolément, deux à deux, trois à trois avec la glycérine.

1. Composés doubles formés par l'union de la glycérine avec les acides chlorhydrique et bromhydrique. — La glycérine traitée par le bromure de phosphore donne naissance à la dibromhydrine, composé équivalent à la glycérine unie à deux équivalents d'acide bromhydrique avec élimination de 4 équivalents d'eau

$$C^6H^6Br^2O^2 = C^6H^8O^6 + 2HBr - 4HO\ ;$$

la dibromhydrine, traitée à son tour par le perbromure de phosphore, éprouve une réaction semblable et se change en tribromhydrine, $C^6H^5Br^3 = C^6H^8O^6 + 3HBr - 6HO$, composé équivalent à la dibromhydrine unie à un équivalent d'acide bromhydrique avec élimination de 2 équivalents d'eau :

$$C^6H^5Br^3 = C^6H^6Br^2O^2 + HBr - 2HO.$$

Ce sont ces faits signalés par nous, il y a un an, qui vont nous servir de point de départ.

En effet, la dibromhydrine traitée par le perchlorure de phosphore, éprouve une réaction analogue, seulement elle s'unit non à l'acide bromhydrique mais à l'acide chlorhydrique et forme de la *chlorhydrodibromhydrine* $C^6H^5Br^2Cl = C^6H^6Br^2O^2 + HCl - 2HO$, composé formé d'un équivalent de glycérine unie avec un équivalent d'acide chlorhydrique, et deux équivalents d'acide bromhydrique: 6 équivalents d'eau s'éliminent dans sa formation.

$$C^6H^5Br^2Cl = C^6H^8O^6 + 2HBr + HCl - 6HO.$$

De même que la tribromhydrine $C^6H^5Br^3$ est isomère mais non identique avec le bromure de propylène bromé, $C^6H^5BrBr^2$, le composé précédent est isomère avec le bromure de propylène chloré $C^6H^5ClBr^2$.

La chlorhydrodibromhydrine est un liquide pesant, neutre, volatil vers 200°; traité à 100° par l'oxyde d'argent humide, il régénère lentement de la glycérine.

La dichlorhydrine traitée par le perbromure de phosphore forme un composé analogue au précédent la *bromhydrodichlorhydrine*; $C^6H^5Cl^2Br = C^6H^6Cl^2O^2 + HBr - 2HO = C^6H^8O^6 + 2HCl + HBr - 6HO$. Ce corps est isomère avec le chlorure de propylène bromé; c'est un liquide pesant, neutre, volatil vers 176°; traité à 100° par l'oxyde d'argent humide, il régénère lentement de la glycérine.

Enfin la dichlorhydrine traitée par le perchlorure de phosphore produit la trichlorhydrine: $C^6H^5Cl^3 = C^6H^6Cl^2O^2 + HCl - 2HO = C^6H^8O^6 + 3HCl - 6HO$. Ce corps est isomère avec le chlorure de propylène chloré; c'est un liquide assez stable, neutre, volatil vers 155°.

Dans la préparation de la trichlorhydrine et de la dichlorhydrobromhydrine se produit en petite quantité un liquide particulier exempt d'oxygène et volatil vers 120°: c'est l'*épidichlorhydrine* $C^6H^4Cl^2 = C^6H^8O^6 + 2HCl - 6HO$. Ce corps est isomère avec le propylène bichloré. Les relations que ce composé présente vis-à-vis des autres chlorhydrines sont très remarquables, en effet

il diffère de la dichlorhydrine $C^6H^6Cl^2O^2$ par les éléments de l'eau, $C^6H^4Cl^2 = C^6H^6Cl^2O^2 - 2HO$; ce qui est précisément la différence qui existe entre l'épichlorhydine et la monochlorhydrine :

$$C^6H^5ClO^2 = C^6H^7ClO^4 - 2HO.$$

On peut encore remarquer que l'épidichlorhydrine n'est autre chose que de la trichlorhydrine diminuée d'un équivalent d'acide chlorhydrique : $C^6H^4Cl^2 = C^6H^5Cl^3 - HCl$.

La trichlorhydrine étant neutre, l'épidichlorhydrine doit l'être nécessairement.

Enfin l'épidichlorhydrine présente vis-à-vis de l'épichlorhydrine les mêmes relations qui existent entre un éther chlorhydrique et son alcool : car sa formule en dérive par la fixation d'un équivalent d'acide chlorhydrique et l'élimination de 2 équivalents d'eau :

$$C^6H^4Cl^2 = C^6H^5ClO^2 + HCl - 2HO.$$

L'épidichlorhydrine et l'épichlorhydrine sont surtout remarquables, parce que dans leur formation les équivalents d'eau éliminés ne sont plus aux équivalents d'acide fixés dans le rapport 2:1, rapport normal dans les 3 séries principales. — Cependant ces deux nouvelles chlorhydrines n'en possèdent pas moins une aptitude caractéristique à régénérer la glycérine sous l'influence des alcalis ou de l'oxyde d'argent.

La régénération de la glycérine au moyen des composés qui précèdent, tous corps exempts d'oxygène et isomères avec les dérivés chlorés et bromés d'un carbure d'hydrogène, est très digne de remarque. Elle donne lieu à quelques réflexions intéressantes sur les analogies et sur les différences qui peuvent exister entre les réactions des composés isomères.

En effet, nous avons publié l'an dernier le premier exemple d'une telle reproduction de glycérine au moyen d'un composé tribromé analogue aux précédents et également exempt d'oxygène, la tribromhydrine, $C^6H^5Br^3$, isomère avec le bromure de propylène bromé $C^6H^5Br.Br^2$. L'existence et les propriétés de la tribromhydrine conduisaient à rechercher si divers corps qui présentent la même composition étaient également aptes à se transformer en glycérine. Voici les résultats des expériences dirigées sous ce

point de vue et analogues à la précédente, mais exécutées postérieurement sur deux composés isomères de la tribromhydrine. L'un de ces composés a été découvert dans ces derniers mois et changé en glycérine par M. Wurtz ; l'autre est le bromure de propylène bromé sur lequel nous venons d'opérer nous-mêmes.

Le composé de M. Wurtz se prépare en traitant la glycérine par l'iodure de phosphore, puis en attaquant par le brome l'éther allyliodhydrique produit ; soumis à l'action des sels d'argent, il régénère la glycérine au moyen de laquelle on vient de le former.

Malgré l'intérêt que présente cette expérience, par son analogie avec celle que nous avions déjà exécutée sur la tribromhydrine, elle ne démontre pas la transformation du bromure de propylène bromé en glycérine, transformation que M. Wurtz avait cru réaliser. En effet, le composé sur lequel il a opéré n'est pas identique avec le bromure de propylène bromé anciennement connu ; c'est un nouvel isomère de la tribromhydrine dont il se rapproche par ses réactions aussi bien que par son origine. Nous le désignerons, pour abréger, sous le nom d'isotribromhydrine. Il se distingue du bromure de propylène bromé par ses propriétés physiques et par ses réactions.

En effet, l'isotribromhydrine bout à 217°, tandis que le bromure de propylène bromé bout à 192°, c'est-à-dire 25 degrés plus bas, d'après les indications de M. Cahours qui a le premier préparé cette dernière substance, et dont nous avons vérifié toute l'exactitude. De plus, l'isotribromhydrine, soumise à l'action des sels d'argent, régénère la glycérine ; tandis que la même expérience, tentée avec son isomère, le bromure de propylène bromé, ne nous a pas fourni de glycérine en quantité appréciable. Nous avons opéré sur 100 grammes de bromure de propylène bromé (préparé avec le propylène qui résulte de la décomposition de l'alcool amylique par le feu) et sur une proportion équivalente de butyrate d'argent ; e tout, mélangé avec de l'acide butyrique et chauffé à 130° pendant 4 jours, a fourni comme produit principal du propylène bibromé, $C^6H^4Br^2$. Après une série de traitements dirigés de façon à ne laisser échapper aucune portion de la glycérine qui aurait pu se trouver régénérée, on a obtenu seulement 0gr,2 d'un extrait

sirupeux et déliquescent, chargé de matières salines et qui n'a pas paru offrir les caractères de la glycérine.

Ces résultats établissent une différence essentielle entre ces trois composés isomères, la tribromhydrine, l'isotribromhydrine et le bromure de propylène bromé. D'après nos expériences et d'après les expériences ultérieures de M. Wurtz, les deux premières dérivées de la glycérine sont aptes à la régénérer; mais le bromure de propylène bromé n'a pas offert jusqu'à présent la même propriété. Pour démontrer la transformation du propylène en glycérine, il ne suffit donc pas d'opérer sur un corps bromé dérivé de la glycérine elle-même, mais il serait nécessaire d'employer des corps formés avec le propylène lui-même produit par exemple dans la décomposition de l'alcool amylique par la chaleur.

Les remarques qui précèdent mettent dans tout son jour l'une des principales difficultés des questions de synthèse : elle réside précisément dans ces délicates relations d'isomérie souvent méconnues par les théories qui n'envisagent les corps qu'à travers leur formule et pensent y trouver tout le secret de leur constitution.

Guidés par le même point de vue, nous avons cru intéressant d'examiner l'action du sodium et celle des agents réducteurs sur la trichlorhydrine et sur les deux composés isomères de la tribromhydrine. La trichlorhydrine, chauffée avec du sodium, perd son chlore et produit de l'allyle :

$$C^6 H^5 Cl^3 + 3Na = C^6 H^5 + 3 NaCl.$$

L'isotribromhydrine $C^6H^5Br^3$ s'attaque aisément par le sodium, mais il est fort difficile de lui enlever la totalité du brome qu'elle renferme. Cependant, après des traitements réitérés par le sodium, nous avons fini par obtenir, entre autres produits, une petite quantité d'allyle. Ce caractère rapproche donc l'isotribromhydrine de la trichlorhydrine. Au contraire, le bromure de propylène bromé, $C^6H^5Br^3$, corps isomère avec le précédent et avec la tribromhydrine, attaqué par le sodium, a fourni non de l'allyle, mais du propylène bi-bromé, $C^6H^4Br^2$: ceci s'accorde avec les différences que nous avons signalées entre les réactions de ce corps et les réactions des composés isomères.

La transformation de la trichlorhydrine, $C^6H^5Cl^3$, en allyle, C^6H^5, rapproche le premier corps du bromure d'allyle, $C^6H^5Br^2$, et de l'éther allyliodhydrique C^6H^5I : car tous trois traités par le

sodium fournissent de l'allyle. Mais parmi les trois catégories des combinaisons dont ces corps représentent les types, une seule peut être régénérée par l'action directe des corps haloïdes sur l'allyle : c'est celle qui comprend le bromure d'allyle. Elle est donc la seule pour laquelle la synthèse confirme les résultats de l'analyse, la seule dans laquelle il soit légitime d'admettre la préexistence de l'allyle.

Tandis que la trichlorhydrine, l'isotribromhydrine et le bromure de propylène bromé se distinguent les uns des autres par l'action des sels d'argent et par celle du sodium, ces 3 corps, traités par les agents de substitution inverse, donnent naissance aux mêmes produits. En effet, chauffés à 275° avec de l'eau, de l'iodure de potassium et du cuivre, tous trois produisent du propylène. C^6H^6, et de l'hydrure de propyle C^6H^8.

Le propylène forme donc le lien commun de tous ces composés conformément aux relations que nous avons établies, il y a 2 ans, entre ce carbure d'hydrogène et la glycérine.

Si l'on compare les 4 nouveaux composés glycériques dont nous venons de signaler l'existence aux combinaisons déjà connues que la glycérine forme avec les hydracides, on est conduit à faire sur les propriétés physiques de tous ces composés certaines remarques qui ne sont pas sans intérêt.

En effet, les principales chlorhydrines et bromhydrines déjà décrites sont au nombre de 7, à savoir, la monochlorhydrine, $C^6H^7ClO^4$, la dichlorhydrine, $C^6H^6Cl^2O^2$, l'épichlorhydrine, $C^6H^5ClO^2$, la monobromhydrine, $C^6H^7BrO^4$, la dibromhydrine, $C^6H^6Br^2O^2$, l'épibromhydrine, $C^6H^5BrO^2$, et la tribromhydrine, $C^6H^5Br^3$. Tous ces corps traités par les alcalis régénèrent facilement la glycérine : leurs points d'ébullition sont tels qu'on peut les déduire approximativement, soit les uns des autres, soit de celui de la glycérine, par des relations analogues à celles qui relient les éthers chlorhydriques et bromhydriques à l'alcool. Or, les 4 nouveaux composés glycériques, la trichlorhydrine, $C^6H^5Cl^3$, la chlorhydrodibromhydrine, $C^6H^5Br^2Cl$, la bromhydrodichlorhydrine, $C^6H^5Cl^2Br$, et l'épidichlorhydrine, $C^6H^4Cl^2$, présentent des relations analogues entre leurs points d'ébullition respectifs; mais des relations analogues ne se vérifient plus si on les compare soit à la glycérine, soit aux 7 composés précédents : c'est ainsi que la bromhydrodichlorhydrine, $C^6H^5Cl^2Br$, possède à peu près le même

point d'ébullition que la tribromhydrine, $C^6H^5Br^3$, tandis que la présence des 2 équivalents de chlore, au lieu de 2 équivalents de brome, aurait dû augmenter notablement la volatilité du premier composé. Ainsi encore, la chlorhydrodibromhydrine, $C^6H^5Br^2Cl$, bout à 20° environ au dessus de la tribromhydrine, $C^6H^5Br^3$, tandis que le contraire eût été plus probable. Bref, les points d'ébullition de ces 4 composés nouveaux sont situés 30 à 40 degrés plus haut que les points calculés au moyen des analogies ordinaires.

A ces anomalies physiques correspond une différence notable dans les propriétés chimiques : les 4 nouveaux composés sont vraiment neutres, beaucoup plus stables vis à vis des alcalis, beaucoup plus difficiles à transformer en glycérine que les 7 combinaisons déjà connues.

Les combinaisons de la glycérine avec les hydracides semblent donc appartenir à deux catégories distinctes : les termes de l'une, analogues entre eux, s'écartent à certains égards des termes de l'autre et présentent un état moléculaire un peu différent, comme l'atteste la diversité de leurs propriétés physiques et de leurs réactions. A ce point de vue, l'isotribromhydrine doit encore être rapprochée des 4 nouvelles combinaisons glycériques, car sa stabilité et ses réactions, aussi bien que son point d'ébullition, s'accordent suffisamment avec les propriétés de ces corps et notamment avec celles de la chlorhydrodibromhydrine. Les deux tribromhydrines isomères paraissent donc correspondre respectivement à chacune des 2 catégories formées par les combinaisons de la glycérine avec les hydracides.

2. Composés complexes formés par l'union de la glycérine avec les acides chlorhydrique, bromhydrique et acétique. — Après divers essais pour former des composés complexes par la réaction successive de deux et de trois acides distincts sur la glycérine, nous avons été conduits, pour éviter la formation de mélanges trop compliqués, à faire agir ces acides sur la glycérine simultanément et à l'état naissant. On produit les acides précédents en proportion équivalente et aux dépens de la glycérine elle-même en traitant ce corps par les chlorure et bromure acétiques : on sait que ces derniers composés, traités par l'eau, régénèrent les acides acétique et chlorhydrique ou bromhydrique

$$C^4H^3ClO^2 + 2HO = C^4H^4O^4 + HCl.$$

La réaction de ces corps sur la glycérine, même à froid, est ex-

trêmement violente. En opérant tantôt sur la glycérine pure, tantôt sur la glycérine mélangée d'acide acétique, on a obtenu :

L'*acétodichlorhydrine* $C^{10}H^{8}Cl^{2}O^{4}=C^{6}H^{8}O^{6}+C^{4}H^{4}O^{4}+2HCl-6HO$; composé neutre, volatil vers 205°, décomposable par la baryte avec régénération de glycérine ; par l'alcool et l'acide chlorhydrique, avec formation d'éther acétique.

L'*acétochlorhydrine* : $C^{10}H^{9}ClO^{6}=C^{6}H^{8}O^{6}+C^{4}H^{4}O^{4}+HCl-4HO$; corps neutre, volatil aux environs de 250°.

Et la *diacétochlorhydrine* : $C^{14}H^{11}ClO^{8}=C^{6}H^{8}O^{6}+2C^{4}H^{4}O^{4}+HCl-6HCl$, corps neutre, volatil vers 245° et qu'il est difficile d'obtenir exempt de triacétine.

Le bromure acétique a donné naissance à des composés analogues, mais moins volatils, que nous n'avons pas cru utile d'étudier avec détails.

Enfin la glycérine, traitée par un mélange à équivalents égaux de chlorure acétique et de bromure acétique, a fourni de l'*acétochlorhydrobromhydrine*,

$$C^{10}H^{8}ClBrO^{4}=C^{6}H^{8}O^{6}+C^{4}H^{4}O^{4}+HCl+HB6-6HO,$$

composé neutre, volatil vers 228°, le premier dans lequel trois acides distincts se trouvent combinés avec un seul équivalent de glycérine.

D'après les faits précédents et ceux que nous avons déjà publiés, les trois acides chlorhydrique, bromhydrique et acétique peuvent, en s'unissant avec la glycérine, donner lieu au moins 19 combinaisons neutres distinctes dont voici la liste :

$C^{6}H^{7}ClO^{4}=C^{6}H^{8}O^{6}+HCl-2HO$. Monochlorhydrine.
$C^{6}H^{7}BrO^{4}=C^{6}H^{8}O^{6}+HBr-2HO$. Monobromhydrine.
$C^{10}H^{10}O^{8}=C^{6}H^{8}O^{6}+C^{4}H^{4}O^{4}-2HO$. Monacétine.
$C^{6}H^{6}Cl^{2}O^{2}=C^{6}H^{8}O^{6}+2HCl-4HO$. Dichlorhydrine.
$C^{6}H^{6}Br^{2}O^{2}=C^{6}H^{8}O^{6}+2HBr-4HO$. Dibromhydrine.
* $C^{6}H^{6}ClBrO^{2}=C^{6}H^{8}O^{6}+HCl+HBr-4HO$. Chlorhydrobromhydrine.
$C^{14}H^{12}O^{10}=C^{6}H^{8}O^{6}+2C^{4}H^{4}O^{4}-4HO$. Diacétine.
$C^{10}H^{9}ClO^{6}=C^{6}H^{8}O^{6}+C^{4}H^{4}O^{4}+HCl-4HO$. Acétochlorhydrine.
* $C^{10}H^{9}BrO^{6}=C^{6}H^{8}O^{6}+C^{4}H^{4}O^{4}+HBr-4HO$. Acétobromhydrine.
$C^{6}H^{5}Cl^{3}=C^{6}H^{8}O^{6}+3HCl-6HO$. Trichlorhydrine.
$C^{6}H^{5}Br^{3}=C^{6}H^{8}O^{6}+3HBr-6HO$. Tribromhydrine.
$C^{6}H^{5}Cl^{2}Br=C^{6}H^{8}O^{6}+2HCl+HBr-6HO$. Bromhydrodichlorhydrine.
$C^{6}H^{5}Br^{2}Cl=C^{6}H^{8}O^{6}+2HBr+HCl-6HO$. Chlorhydrodibromhydrine.
$C^{18}H^{14}O^{12}=C^{6}H^{8}O^{6}+3C^{4}H^{4}O^{4}-6HO$. Triacétine.

$C^{14}H^{11}ClO^{8} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2C^{4}H^{4}O^{4} + HCl - 6HO$. Diacétochlorhydrine.
* $C^{14}H^{11}BrO^{8} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2C^{4}H^{4}O^{4} + HBr - 6HO$. Diacétobromhydrine.
$C^{10}H^{8}Cl^{2}O^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + 2HCl - 6HO$. Acétodichlorhydrine.
* $C^{10}H^{8}Br^{2}O^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + 2HBr - 6HO$. Acétodibromhydrine
$C^{10}H^{8}ClBrO^{4} = C^{6}H^{8}O^{6} + C^{4}H^{4}O^{4} + HCl + HBr - 6HO$. Acétochlorhydro-bromhydrine.

Quinze de ces combinaisons ont été obtenues et l'existence des quatre autres n'est pas douteuse [1].

C'est le type le plus complet qui ait été encore développé par expérience des combinaisons complexes auxquelles peut donner lieu un alcool triatomique. Les combinaisons de cet ordre se produisent d'ailleurs toutes les fois que l'on fait agir sur la glycérine deux ou trois acides à la fois. En faisant agir sur la glycérine un mélange d'acides butyrique et sulfurique nous avons obtenu un composé neutre qui peut être regardé comme un mélange à parties égales de tributyrine et d'une combinaison glycérique formée à la fois par les deux acides butyrique et sulfurique, la dibutyrosulfurine :

$$C^{22}H^{19}SO^{12} = C^{6}H^{8}O^{6} + 2C^{8}H^{8}O^{4} + SO^{4}H - 6HO.$$

Par là s'expliquent un grand nombre de faits observés dans l'étude des corps gras naturels, et notamment l'existence signalée par MM. Pelouze et Boudet de certains composés complexes cristallisables, lesquels renferment à la fois deux acides gras combinés avec la glycérine.

Tous ces phénomènes, dont l'interprétation théorique est demeurée jusqu'ici obscure et incomplète, s'expliquent maintenant de la manière la plus simple et la plus conforme aux analogies, par les propriétés des alcools polyatomiques.

Pour montrer toute la richesse, toute la variété des composés dont cette théorie permet de prévoir l'existence, il suffira de citer les nombres suivants :

La glycérine, en s'unissant avec n acides, à équivalents égaux, forme n combinaisons neutres.

Avec 2 équivalents de ces n acides, pris un à un ou deux à deux, elle peut former $\frac{n(n-1)}{1.2}$ combinaisons neutres ;

(1) Marquées d'un astérisque.

Avec 3 équivalents de ces n acides, pris 1 à 1, 2 à 2, 3 à 3, elle peut former $\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}$ combinaisons neutres. Si l'on admet l'existence de mille acides, nombre certainement inférieur à la réalité, la multitude des composés glycériques du 3e ordre sera égale à $\frac{1\,000.999.998}{1.2.3}$, c'est-à-dire à près de deux cents millions.

On voit à quelle variété presque infinie de combinaisons complexes, souvent analogues ou identiques à certaines substances naturelles, on peut donner naissance par l'union d'un petit nombre de composés simples avec les alcools polyatomiques.

III. *Sur la synthèse des carbures d'hydrogène*, par M. Berthelot.

1. J'ai préparé de l'oxyde de carbone en faisant agir le fer sur le carbonate de baryte ; 60 litres de cet oxyde de carbone ont été absorbés par la potasse ; j'ai isolé l'acide formique produit ; on l'a changé en formiate de baryte et j'ai distillé ce dernier sel. — J'ai obtenu entre autres produits du gaz des marais C^2H^4, du gaz oléfiant C^4H^4 et du propylène C^6H^6. Ces deux derniers carbures ont été recueillis sous forme de bromure, puis régénérés à l'état libre et analysés. Le gaz oléfiant a été changé successivement en acide sulfovinique et en sulfovinate de baryte.

Cette expérience démontre complétement la formation de l'alcool au moyen d'éléments purement minéraux.

Dans une autre expérience exécutée sur 2 kilogrammes de formiate de baryte (préparés avec l'acide oxalique), le gaz oléfiant formé a été changé successivement en acide sulfovinique, sulfovinate de baryte, éther benzoïque et alcool. — Dans cette expérience, on a également obtenu du propylène C^6H^6, et probablement une petite quantité de carbures supérieurs.

D'après l'analyse des divers produits de la distillation sèche du formiate de baryte, préparé avec l'oxyde de carbone, voici quelles proportions relatives j'ai observé entre ces produits :

Les $\frac{4}{7}$ du formiate de baryte se sont décomposés en carbonate de baryte, oxyde de carbone et hydrogène :

$$C^2HBaO^4 = BaO,CO^2 + CO + H;$$

$\frac{1}{8}$ en carbonate de baryte, carbone et eau :

$$C^2HBaO^4 = BaO,CO^2 + C + HO;$$

$\frac{1}{7}$ en carbonate de baryte, acide carbonique et gaz des marais :

$$4C^2HBaO^4 = 4(BaO,CO^2) + C^2O^4 + C^2H^4;$$

$\frac{1}{15}$ en carbonate de baryte, gaz oléfiant ou carbures analogues, oxyde de carbone et eau :

$$8C^2HBaO^4 = 8(BaO,CO^2) + 2C^2O^2 + 2H^2O^2 + C^4H^4;$$

$\frac{1}{80}$ en liquides pyrogénés insolubles, dont la nature n'a pas été déterminée.

2. Les gaz formés par la distillation sèche de l'acétate de soude ont été agités avec de l'acide sulfurique concentré ; ils ont fourni de l'acide propylsulfurique, lequel a pu être transformé en propylsulfate de baryte et en éther propylbenzoïque.

On a cherché si les liquides pyrogènés de l'acétate de soude, traités par le brome, pourraient fournir du bromure d'éthylène ou des bromures analogues; mais le bromoforme a été le seul produit défini et non destructible par la potasse que l'on ait réussi à isoler. L'acétone aussi pure que possible chauffée avec 3 fois son volume d'acide sulfurique concentré se carbonise brusquement en dégageant un mélange sulfureux et un gaz combustible. La proportion de ce gaz s'élève tout au plus au millième du poids de l'acétone. C'est un mélange de propylène, C^6H^6, d'hydrure de propyle, C^6H^8, et d'oxyde de carbone. Résulte-t-il de l'action de l'acide sulfurique sur l'acétone ou sur quelque trace d'une autre matière, telle que l'alcool propylique ?

3. Le sucre, qui présente la même composition que l'acide acétique, distillé avec de la chaux sodée, a formé des carbures analogues, C^4H^4, C^6H^6, C^8H^8, mais en très petite quantité.

4. Dans la distillation sèche des butyrates de chaux et de baryte on a obtenu du gaz oléfiant, C^4H^4, du propylène, C^6H^6, un peu de butylène, C^8H^8, d'amylène $C^{10}H^{10}$, et probablement des carbures supérieurs. On peut constater la présence de ces derniers par le procédé suivant, lequel s'appliquerait également à leur séparation, si l'on disposait de quantités suffisantes de matière :

Après avoir condensé dans le brome les carbures gazeux ou très volatils, on enlève l'excès de brome de ces divers composés par la potasse et on distille : on sépare successivement les divers bromures dont le point d'ébullition est inférieur à 180°, et on les purifie ensuite par des distillations systématiques. On isole ainsi les bromures

d'éthylène, de propylène, de butylène et d'amylène. Mais les bromures dont le point d'ébullition est voisin de 200° ou supérieur à ce point, ne peuvent guère être distillés sans décomposition. On les mélange avec de l'alcool absolu, on ajoute de la potasse et on distille lentement; on précipite par l'eau le produit distillé et on le soumet à de nouvelles distillations fractionnées. Ce produit renferme les dérivés monobromés des carbures d'hydrogène; or le point d'ébullition de ces dérivés est situé 80 degrés plus bas environ que le point d'ébullition des bromures primitifs auxquels ils correspondent, ce qui en facilite la séparation.

Les conséquences des faits qui précèdent et de ceux que j'ai annoncés l'an dernier sur le même sujet seront développées ultérieurement.

Les gaz qui se forment dans la distillation sèche du butyrate de chaux renferment non seulement des carbures absorbables par le brome, mais des carbures non absorbables par le brome, tels que le gaz des marais, C^2H^4, et des gaz dont l'équivalent est plus élevé : pour constater ce fait, il suffit de faire passer les gaz, purifiés par le brome, dans de l'alcool absolu, puis on ajoute à cet alcool 2 à 3 fois son volume d'eau bouillie, et on recueille les gaz qui se dégagent. On les agite avec de l'eau et du brome, puis avec de la potasse, et on les analyse.

J'ai trouvé que les gaz ainsi obtenus pouvaient être regardés comme un mélange à volumes égaux de gaz des marais, C^2H^4, et d'hydrure d'éthyle, C^4H^6.—On pourrait également y admettre la présence de l'hydrure de propyle, C^6H^8; car ce gaz, mêlé avec son volume de gaz des marais, fournit les mêmes données eudiométriques que l'hydrure d'éthyle; l'emploi minutieux des dissolvants, combinés avec la méthode de combustions successives que j'ai décrite il y a quelques mois dans *l'Institut*, permettrait de décider le doute qui précède. Quoi qu'il en soit, ces résultats démontrent la formation de carbures analogues au gaz des marais, mais d'un équivalent plus élevé dans la distillation sèche; cette démonstration n'avait pas encore été donnée.

Bromure butyrique.—En faisant agir le bromure de phosphore sur l'acide butyrique, on obtient entre autres produits le bromure butyrique : $C^8H^7BrO^2 = C^8H^8O^4 + HBr - 2HO$. volatil vers 128°. — Je ne sais si ce corps a déjà été signalé.

Action des alcalis sur le protoxyde d'azote. — On a annoncé, il

y a quelques années, que le protoxyde d'azote, dirigé sur de la chaux sodée chauffée au rouge sombre, produisait de l'ammoniaque. Cette expérience a constamment échoué entre mes mains. Une seule fois j'ai obtenu un dixième de milligramme d'ammoniaque, dont j'ignore l'origine.

Je n'ai pas davantage réussi à absorber le protoxyde d'azote, en opérant dans des tubes scellés, soit avec la potasse alcoolique à 100° et à 200°, soit avec la potasse aqueuse à 100° (100 heures d'action), à 200°, à 300°, et à une température telle que le verre commençait à se boursouffler.

GÉOLOGIE. *Carte géologique souterraine de la ville de Paris.* — M. Delesse, ingénieur des mines du département de la Seine, a fait à la Société la communication suivante :

« Une carte géologique ordinaire indique seulement le terrain qui se trouve immédiatement à la surface du sol ; mais il peut aussi être utile de connaître la nature et la forme des terrains qui composent le sous-sol : on y parvient au moyen de ce que j'appelle une *carte géologique souterraine.*

» Voici de quelle manière il faut procéder pour dresser cette carte:

» Dans chaque étage géologique, on fait choix d'une couche qui ait des caractères bien tranchés et qui soit bien facile à repérer, puis on détermine les cotes de différents points de cette couche ; il devient possible alors de représenter toutes ses ondulations par des courbes horizontales. Tel est le travail que j'ai entrepris pour la ville de Paris. Je suis parvenu à l'exécuter en étudiant toutes les fouilles souterraines qu'on y a pratiquées et notamment les divers sondages faits par MM. Degousée et Mulot. La carte que je présente à la Société est donc une *carte géologique souterraine* de la ville de Paris, et elle fait connaître le sous sol jusqu'aux plus grandes profondeurs qui aient été atteintes.

» Comme le terrain de transport constitue la plus grande partie du sol de Paris et recouvre les autres terrains d'une sorte de manteau, j'ai supposé qu'il avait été enlevé partout : par suite, les teintes de la carte indiquent les terrains qui se trouvent immédiatement sous le terrain de transport. Les courbes horizontales sont de la même teinte que le terrain dont elles représentent la surface ; elles sont distantes de 10 mètres, à l'exception de celles qui figurent la surface inférieure du terrain de transport, qui sont dis-

tantes de 5 mètres seulement. Toutes les cotes sont rapportées à un plan de comparaison passant à 100 mètres au-dessous du niveau moyen de la mer.

» Sans entrer dans des détails plus étendus sur la marche suivie pour l'exécution de la carte, je me contenterai d'indiquer brièvement ici quels sont les principaux résultats obtenus.

» Craie. — La craie forme le fond du bassin dans lequel s'est déposé le terrain tertiaire de Paris. Elle ne remonte pas jusqu'au terrain de transport, bien qu'elle apparaisse à Issy et au Point-du-Jour. Sa surface est très accidentée; car entre les barrières d'Enfer et Saint-Denis, ses différences de niveau dépassent 90m. Cette surface est définie par ses courbes horizontales dont les sinuosités peuvent être étudiées sur la carte; je me contenterai donc d'indiquer le trajet de la courbe horizontale la plus élevée et la plus basse dans l'étendue de Paris. — La courbe 100 passe près de la barrière de Passy, s'infléchit au sud et reparaît ensuite au double pont de Bercy. La courbe 30 passe près des barrières de Clichy et du Combat; la courbe 20 près de la barrière Saint-Denis. — La craie présente au-dessous de Paris un vaste bassin. Ce bassin se relève fortement vers le sud-ouest et légèrement à l'est. Il s'ouvre au contraire vers le nord. Il est très profond au nord-est entre le faubourg Saint-Antoine et les barrières de Belleville et de Monceaux.

» Le terrain tertiaire s'étant déposé sur la craie, ses divers étages présentent une série de bassins superposés qui s'emboîtent l'un dans l'autre. Ces bassins ont tous la même forme et ils reproduisent successivement les principales ondulations de la craie en les atténuant de plus en plus.

» Argile plastique. — L'argile plastique offre d'abord un bassin concentrique. Il est facile de le reconnaître en considérant la première couche d'argile qu'on rencontre à partir de la surface du sol. La courbe 75 de ce bassin passe vers la barrière Sainte-Marie, puis elle s'infléchit au sud près des barrières de la Santé et d'Italie. La courbe 80 passe près des barrières de Monceaux et du Combat et s'infléchit fortement au sud-est. La plus grande dépression du bassin est toujours entre le faubourg Saint-Antoine et le nord de Paris. Ses bords se relèvent au contraire au sud-ouest entre Bercy et Passy. L'épaisseur de l'argile plastique est extrê-

mement variable ; elle est seulement de 20m près de l'entrée de la Bièvre dans Paris, au commencement de la rue Geoffroy Saint-Hilaire, à la Salpêtrière et à la rue Cochin. Elle s'élève à 30m au puits de Grenelle et au Boulevard-Italien, à 45m dans la rue de la Victoire, à 50m à l'extrémité du faubourg Saint-Denis, à 57m près de l'hôpital Saint-Antoine. Son épaisseur va donc en augmentant rapidement quand on s'éloigne des bords du bassin dans lequel elle se déposait.

» Calcaire grossier et marnes. — Le calcaire grossier et les marnes qui le recouvrent composent un étage dont l'épaisseur est assez régulière. La cote de la partie supérieure de ces marnes est la plus élevée à la barrière Sainte-Marie où elle atteint 165 ; elle est de 155 à la barrière d'Arcueil, de 140 à la barrière de Reuilly et dans les environs. La courbe horizontale la plus basse est à la cote 110 et se trouve dans le faubourg Saint-Denis. Lorsqu'on les considère dans leur ensemble, les courbes horizontales de cet étage présentent des sinuosités qui correspondent à celle de la craie et de l'argile plastique.

» Sables moyens. — Les sables moyens ont une épaisseur qui est très variable, comme celle de l'argile plastique, et qui augmente également vers le nord de Paris. Sur la rive gauche, elle est seulement de quelques mètres, tandis que sur la rive droite elle est généralement supérieure à 10m ; elle s'élève à 13m et même à 15m entre les barrières de Clichy et de Belleville. Cette épaisseur n'est d'ailleurs comptée que sur la partie sableuse à l'étage des sables moyens. Si on considère la surface formée par la couche supérieure des sables, on trouve qu'elle atteint sa plus grande hauteur près de Passy. La courbe horizontale 165 passe près de la barrière Franklin. La courbe 150 passe à la barrière de l'Étoile, puis contourne la Montagne Sainte-Geneviève et la butte de la barrière d'Italie. La courbe 125 se reploie autour de la barrière Saint-Denis et pénètre jusque dans le faubourg Saint-Antoine où elle suit la grande dépression du nord-est.

» Calcaires lacustres. — De même que les étages précédents, le calcaire lacustre se relève vers le sud et surtout au sud-ouest près de Passy, où il atteint sa plus grande hauteur. Sa cote est de 165 près de la barrière des Bassins, de 145 à la barrière du Trône ; elle diminue quand on s'avance au nord-est vers le bassin de la Villette ; mais elle ne descend pas au-dessous de 135 ; les

différences de niveau sont au plus de 30m. — Sur la rive droite, le calcaire lacustre présente un bassin dont les bords suivent le mur d'octroi. La dépression du nord-est a presque disparu ; cependant elle existe encore à l'entrée du canal Saint-Martin. Dès cette époque, il existait donc un thalweg vers le haut du canal et le calcaire lacustre dessinait déjà le relief du bassin dans lequel Paris a été construit. Ce relief a seulement été exhaussé par le dépôt postérieur du terrain de gypse.

» Pour comparer la pente moyenne des terrains qui composent le sous-sol de Paris, il fallait la mesurer sur les sections faites à la surface de ces terrains par un même plan vertical. J'ai choisi le plan qui est dirigé nord-sud et qui passe par le tertre du Pont-Neuf, à peu près au centre géométrique de la ville de Paris. Il est facile de constater que pour tous les terrains la pente se dirige du sud vers le nord. Elle est de 0,011 pour la craie, 0,007 pour l'argile plastique, 0,005 pour les marnes supérieures au calcaire grossier, 0,004 pour les sables moyens, 0,003 pour le calcaire lacustre. La pente est beaucoup plus grande pour la craie que pour aucun autre étage géologique. Pour le calcaire lacustre, elle n'est guère que le quart de celle de la craie. Elle diminue successivement à mesure qu'on s'élève dans la série des couches. Par conséquent le dépression qui existait dans la craie au-dessous de Paris tendait de plus en plus à se niveler.

» Le cataclysme qui a donné naissance au terrain diluvien est venu raviner postérieurement les différents étages du terrain tertiaire. Il a exercé ses ravages le long des cours d'eau actuels, la Seine, la Bièvre et le ruisseau de Ménilmontant. Alors les couches qui se continuaient dans toute l'étendue de Paris ont été, les unes entièrement enlevées, les autres échancrées d'une manière plus ou moins profonde. Les étages supérieurs ont d'ailleurs été atteints les premiers et sur la plus grande étendue. L'étage du gypse a presque disparu et ne se montre guère qu'au nord et au nord-est de Paris. Il en est de même pour le calcaire lacustre ; sur la rive droite il forme une ceinture étroite ; sur la rive gauche il est représenté par un témoin resté au sommet de la montagne Sainte-Geneviève. Les sables moyens étaient très faciles à entraîner comme tous les terrains meubles ; sur la rive droite ils dessinent une ceinture concentrique à celle du calcaire lacustre ; sur la rive gauche ils présentent deux lambeaux entre lesquels la Biè-

vre a creusé son lit; ils couronnent la montagne Sainte-Geneviève et la butte de la barrière d'Italie. Quand ils n'ont pas été enlevés, les sables moyens ont été ravinés profondément dans les endroits où ils étaient à découvert. Le calcaire grossier et les marnes ont été échancrés à l'entrée et à la sortie de la Seine, ainsi que le long du cours de la Bièvre. L'argile plastique a été seulement effleurée dans la partie où elle se relève le plus, à la sortie de la Seine près de Grenelle. Quant à la craie, elle n'a pas été atteinte.

» Une carte géologique souterraine et cotée présente d'assez grandes difficultés d'exécution ; mais aussi elle permet de faire avec précision une sorte d'anatomie géologique qu'il est possible de pousser jusque dans les plus petits détails. D'ailleurs il importe toujours de connaître complétement le terrain sur lequel est bâtie une grande métropole ; car ce terrain a beaucoup plus de valeur que la mine la plus riche, et il est sillonné soit en dessus, soit en dessous par de nombreux travaux qui s'exécutent dans des couches de nature différente.

» Une carte géologique souterraine indique encore la position des nappes d'eau ; elle permet donc de prévoir les résultats des sondages et des puits artésiens. Qu'il me suffise d'en citer un exemple pour Paris. — On sait qu'au dessus de l'argile plastique, il coule une nappe d'eau qui doit tendre à remonter partout au même niveau. Or, sur les bords du bassin, notamment à la Glacière, l'argile est à la cote de 135 ; par conséquent dans l'intérieur de Paris, les sondages poussés jusqu'à l'argile plastique devront donner une eau ascendante. C'est en effet ce que l'expérience a confirmé ; car dans le faubourg Saint-Denis, dans le faubourg Saint-Antoine, à la prison de la Roquette et au quai des Célestins, l'eau remonte jusqu'à la cote 133. Un coup d'œil jeté sur la carte montre que tous les sondages exécutés au-dessus du bassin formé par l'argile plastique donneront encore des résultats analogues. Les chances de succès seront d'autant plus grandes qu'on se rapprochera davantage de la grande dépression nord est du bassin qui s'étend au-dessous de la ville de Paris et de la ligne de thalweg suivant laquelle coulent nécessairement des nappes puissantes.

» La méthode suivie pour l'exécution de la carte géologique souterraine de Paris permet d'étudier complétement le sous-sol ; il serait donc avantageux de l'employer pour connaître la position

des nappes d'eau souterraines. Elle pourrait surtout servir dans la recherche des gites métallifères et en général de toute matière minérale utilement exploitable. »

Séance du 17 octobre 1857.

EMBRYOLOGIE. *Incubation.* — La note suivante sur quelques faits relatifs à l'incubation est communiquée par M. Camille Dareste.

« J'ai fait pendant le cours de l'été dernier quelques expériences pour déterminer l'influence que l'application de certaines substances sur la coquille de l'œuf peut exercer sur le développement de l'embryon. J'ai déjà fait connaître, il y a deux ans, à la Société, les résultats d'expériences faites dans ce but, mais en appliquant ces enduits seulement sur l'une des moitiés de l'œuf. Cette année j'ai appliqué ces enduits sur la totalité de la coquille.

» Contrairement à ce que l'on aurait pu croire, j'ai vu l'embryon se développer dans des œufs dont j'avais recouvert la coquille en totalité avec des vernis. Mais, dans ces conditions, j'ai toujours constaté ce fait remarquable : c'est que l'embryon ne se développe que pendant un certain temps, et jusqu'à une certaine époque, toujours la même, celle de la première circulation vitelline.

» J'ai fait un grand nombre d'expériences pour me rendre compte du fait observé. Elles m'ont conduit à ce résultat, que les vernis dont je m'étais servi n'étaient point imperméables à l'air, comme, du reste, Jamin l'avait constaté dans ses recherches sur l'endosmose des gaz. Mais si les vernis ne détruisent point complétement la porosité de la coquille, et si, par conséquent, ils ne s'opposent point d'une manière complète à l'exercice de la respiration, on ne peut nier que l'activité de cette fonction ne soit considérablement ralentie par l'interposition d'un vernis entre le germe et l'atmosphère. La petite quantité d'air qui peut traverser la coquille suffira pendant les premiers jours de l'incubation aux besoins d'une respiration que l'on doit considérer comme très peu intense, quand on pense au très petit volume de l'embryon à cette époque. Quant à l'arrêt de développement qui se produit toujours après l'apparition de la première circulation vitelline, et à la mort qui en est le résultat, nous pouvons croire qu'ils sont déterminés

par l'insuffisance de la quantité d'air qui traverse la coquille, à une époque où la respiration devient plus intense et exige une consommation d'air beaucoup plus grande que dans les premiers jours. C'est, en effet, immédiatement après cette époque que l'on voit se former un organe qui a essentiellement pour fonction de servir à la respiration, l'allantoïde.

» J'ai soumis également à l'incubation des œufs dont j'avais enduit la coquille avec de l'huile. Dans ces conditions, je n'ai jamais obtenu de développement. L'huile s'oppose évidemment au passage de l'air, ou peut-être seulement de l'oxygène de l'air au travers de la coquille. »

Séance du 24 octobre 1857.

CHIMIE. — M. A. Terreil communique la note suivante sur le dosage du manganèse, du nickel, du cobalt et du zinc.

« En chimie, lorsqu'on veut déterminer les caractères qui servent à faire reconnaître la présence d'un corps, on fait en sorte d'obtenir d'abord ce corps dans un état de pureté absolue; après quoi on le met en contact avec des réactifs, dont la nature est connue, et les phénomènes particuliers qui se manifestent dans la réaction chimique par l'action du contact prennent le nom de caractères distinctifs ; et c'est ordinairement en s'appuyant sur ces caractères, que l'on peut séparer et doser les quantités respectives de chacun des corps qui entrent dans une combinaison. Mais, comme nous venons de le dire, pour établir ces caractères distinctifs on a le soin d'agir sur des corps parfaitement purs, et l'on néglige souvent de se rendre compte de l'influence que des corps étrangers peuvent exercer sur les réactions caractéristiques par leur seule présence; cependant cette influence est très importante à connaître, car elle peut devenir, en analyse, la source d'erreurs très graves, comme nous allons le démontrer pour les sels de manganèse, de nickel, de cobalt et de zinc.

» Nous rappellerons que les métaux que nous venons de nommer ne précipitent pas par l'hydrogène sulfuré dans des liqueurs acides, mais que le sulfhydrate d'ammoniaque les précipite complétement à l'état de sulfures. Ces sulfures sont insolubles dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque, et c'est en se fondant sur cette propriété, qu'on sépare presque toujours

le manganèse, le nickel, le cobalt et le zinc, des bases alcalines et terreuses. Ce caractère distinctif se produit bien, il est vrai, tant que les liqueurs sur lesquelles on agit ne contiennent pas de sels ammoniacaux et d'ammoniaque libre, mais, dans le cas contraire, la réaction caractéristique est beaucoup modifiée.

» Les faits qui suivent vont faire ressortir l'influence des sels ammoniacaux et de l'ammoniaque sur les sels de manganèse, de nickel, de cobalt et de zinc, lorsqu'on traite ces sels par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» Les sels de manganèse, lorsqu'ils sont purs, donnent avec le sulfhydrate d'ammoniaque un précipité de sulfure de manganèse couleur chair de saumon, insoluble dans un excès de réactif. Lorsque le sel de manganèse est mélangé à un sel ammoniacal, le sulfure qu'on obtient par le sulfhydrate est blanc-sale virant sur le jaune-chair; la coloration blanc-sale du sulfure est d'autant plus prononcée que la liqueur renferme une plus grande proportion de sel ammoniacal. Lorsque la liqueur contient, outre les sels ammoniacaux, de l'ammoniaque libre, le précipité est couleur jaune de soufre. Tous ces différents sulfures brunissent au contact de l'air. Mais ce que nous voulons faire ressortir ici, c'est que le manganèse n'est pas précipité complétement par le sulfhydrate d'ammoniaque, lorsqu'on opère en présence des sels ammoniacaux et de l'ammoniaque : en effet, les liqueurs filtrées, qui ne précipitent plus par le sulfhydrate, laissent après l'évaporation et la calcination un résidu de manganèse d'autant plus considérable que la proportion des sels ammoniacaux et d'ammoniaque est plus grande, et que le sulfhydrate employé est plus sulfuré. Enfin, lorsqu'on ajoute à un sel de manganèse assez de sel ammoniacal pour que l'ammoniaque qu'on y verse en excès ne produise point de trouble dans sa dissolution, le manganèse n'est plus précipité par le sulfhydrate d'ammoniaque Il faut ajouter au sel de manganèse 60 fois son poids de sel ammoniacal et un excès d'ammoniaque pour que cette réaction soit bien nette; l'ammoniaque est nécessaire à la réaction ; sans cette base, le manganèse serait précipité en partie à l'état de sulfure blanc-sale. En laissant la liqueur claire ammoniaco-sulfurée exposée à l'air pendant quelques jours, elle laisse déposer du sulfure de manganèse et du soufre à mesure que l'ammoniaque se dégage. Une ébullition prolongée

précipite presque tout le manganèse d'une dissolution ammoniaco-sulfurée.

» Les sels de nickel, neutres ou acides, précipitent en noir par le sulfhydrate d'ammoniaque ; le sulfure produit est légèrement soluble dans un excès de réactif. Si l'on verse quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque dans un sel de nickel, auquel on a ajouté assez d'ammoniaque pour dissoudre l'oxyde formé, il se produit un précipité brun qui se redissout immédiatement en changeant la coloration bleue de la liqueur en brun-acajou : en continuant à verser du sulfhydrate, le précipité de sulfure brun apparaît de nouveau ; enfin, ce sulfure se redissout encore en grande partie dans un excès de réactif.

» Les sels de cobalt, neutres ou acides, sont complètement précipités en noir par le sulfhydrate d'ammoniaque ; mais ce réactif retient en solution des quantités plus ou moins considérables de sulfure de cobalt, en présence des sels ammoniacaux et de l'ammoniaque ; les liqueurs filtrées ont une coloration brun-acajou. On retrouve le cobalt resté en solution, en évaporant les liqueurs à sec et en chassant, par la calcination, les sels ammoniacaux.

» Les sels de zinc qui produisent un sulfure blanc par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque se comportent de la même manière que les sels de cobalt en présence des sels ammoniacaux et de l'ammoniaque. Les liqueurs ammoniaco-sulfurées sont jaunes lorsqu'elles sont filtrées.

» L'oxyde de chrome, qui se dissout dans l'ammoniaque, lorsqu'on traite à froid un sel de chrome violet par un excès de cet alcali, n'est pas précipité de sa solution ammoniacale par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» On peut remarquer que nous ne parlons ici que des métaux dont les oxydes sont solubles dans l'ammoniaque, et dont les dissolutions salines ne précipitent pas par l'hydrogène sulfuré ; les sels de protoxyde de fer seuls n'ont pas présenté les caractères des métaux que nous venons de citer ; cependant le protoxyde de fer est assez soluble dans l'ammoniaque et sa dissolution acide ne précipite pas par l'hydrogène sulfuré. Les métaux dont les oxydes sont solubles dans l'ammoniaque, mais dont les liqueurs acides précipitent par l'hydrogène sulfuré, ne présentent pas les carac-

tère du manganèse, du nickel, du cobalt et du zinc, lorsqu'on les place dans les mêmes conditions.

» Nous allons résumer en quelques mots les conséquences des observations contenues dans cette note.

» Lorsqu'une liqueur est débarrassée des métaux précipitables par l'hydrogène sulfuré, et qu'on veut séparer le manganèse, le nickel, le cobalt et le zinc des bases alcalines ou terreuses qu'elle peut contenir, on précipite ces métaux à l'état de sulfures par le sulfhydrate d'ammoniaque, car on admet généralement que ces sulfures précipités sont insolubles dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque ; mais bien souvent on ne fait cette précipitation qu'après avoir préalablement séparé l'alumine, le fer et le chrome par un excès d'ammoniaque qui retient en solution, comme on le sait, les oxydes de manganèse, de nickel, de cobalt et de zinc; oxydes qui passent, sans nul doute, à l'état de bases ammoniacales, dont les sels ne présentent plus les caractères des sels des oxydes primitifs, comme cela a été démontré, pour le cobalt, par M. Fremy, dans son travail sur les sels ammonio-cobaltiques.

» Nous avons donc constaté que lorsqu'on précipite, par un excès de sulfhydrate d'ammoniaque, le manganèse, le nickel, le cobalt et le zinc dans des liqueurs ammoniacales et en présence de sels ammoniacaux, les métaux dont il s'agit ici ne sont pas entièrement précipités et peuvent même ne pas précipiter du tout par le sulfhydrate d'ammoniaque, comme cela arrive pour le manganèse lorsque ce métal se trouve placé dans les conditions que nous avons décrites plus haut.

» Les liqueurs ammoniaco-sulfurées, séparées des sulfures par filtration, ne précipitent plus par le sulfhydrate d'ammoniaque; lorsqu'on a opéré sur du nickel ou sur du cobalt, ces liqueurs filtrées ont une coloration brun-acajou ; c'est d'après ce caractère que nous avons observé les faits que nous soumettons à l'attention des analystes.

» La quantité de métal retenue en solution est d'autant plus considérable que le sulfhydrate d'ammoniaque qu'on emploie est plus sulfuré, et que les proportions de sels ammoniacaux et d'ammoniaque sont plus grandes.

» On n'observe pas la même réaction lorsqu'on opère sur de

liqueurs neutres ou acides et qui ne renferment pas de sels ammoniacaux, même avec du sulfhydrate saturé de soufre.

» Nous nous sommes assuré que les métaux dont les oxydes sont solubles aussi dans l'ammoniaque, mais qui précipitent par l'hydrogène sulfuré dans des liqueurs acides, tels que le cadmium, le cuivre, l'argent, etc, n'offrent pas le même caractère.

» Pour retirer tout le métal d'une liqueur ammoniaco-sulfurée, il faut faire bouillir celle-ci jusqu'à ce qu'elle soit complétement décolorée ; il se précipite alors du sulfure métallique mélangé de soufre qu'on peut séparer par filtration ; mais il vaut mieux encore évaporer les liqueurs à sec et calciner pour chasser l'excès de soufre et les sels ammoniacaux.

» On voit, par ce que nous venons de dire, que jusqu'à ce jour bien des analyses des métaux dont nous parlons ont dû manquer d'exactitude, et que lorsqu'on voudra doser exactement le manganèse, le nickel, le cobalt et le zinc d'une dissolution saline, il sera nécessaire d'évaporer à sec cette liqueur et de chasser par la chaleur tous les sels ammoniacaux qu'elle pourrait contenir. »

Séance du 31 octobre 1857.

BOTANIQUE. *Structure de l'ovaire dans la famille des Borraginées.* — La communication suivante a été faite par M. Germain de Saint-Pierre.

« On sait aujourd'hui que l'ovaire quadrilobé des plantes de la famille des Labiées se compose de deux carpelles, à nervure dorsale introfléchie et courbée, et dont chaque moitié longitudinale constitue une fausse loge et renferme un ovule. J'ai contribué à démontrer ce fait d'organographie en faisant connaître une anomalie observée chez un Stachys dont l'ovaire était accidentellement foliacé et se présentait sous la forme de deux valves soudées, à nervure dorsale légèrement introfléchie dans leur partie supérieure, et introfléchie jusqu'à l'axe dans leur partie inférieure seulement.

» Malgré l'analogie de la forme de l'ovaire des Borraginées avec l'ovaire des Labiées, on continuait cependant à leur attribuer dans les traités descriptifs un ovaire composé de quatre carpelles, aucun fait tératologique n'étant venu démontrer d'une manière évidente la structure réelle de l'ovaire chez les plantes de cette

famille. J'avais vainement cherché jusqu'ici, quant à moi, un exemple de fleurs accidentellement foliacées chez les Borraginées, qui pût éclairer ce point douteux de l'organographie.

» Cet exemple vient enfin de se rencontrer. M. de Schœnefeld cultivait les espèces du genre Myosotis dans son jardin ; il a été surpris dernièrement de l'aspect anormal que présentaient cet automne les fleurs de son *Myosotis cæspitosa*, et il a bien voulu me remettre la plante pour en faire l'analyse et l'étude.

» L'ovaire des fleurs d'un certain nombre de rameaux présentait l'aspect et la conformation de l'ovaire anormal que j'ai observé chez le Stachys dont j'ai parlé ; cet ovaire est foliacé, mais encore quadrilobé, et terminé par un style indivis ; il paraît composé de deux carpelles soudés. — Mais chez les fleurs du plus grand nombre des rameaux, la structure bicarpellaire de l'ovaire est encore bien plus évidente ; chez ces fleurs, le calice est à sépales entièrement libres, très amples, et de la forme des feuilles caulinaires. La corolle, encore tubuleuse quinquélobée, est à lobes dressés, très amples, et de couleur verte. Les étamines sont à peine altérées dans leur forme, elles sont insérées sur le tube de la corolle comme dans l'état normal. — L'ovaire est représenté par deux feuilles foliacées dépassant plus ou moins longuement la corolle, entièrement libres jusqu'à leur base, non prolongées en style, et ne présentant aucunes traces d'ovules. — Il n'existe, chez ces fleurs, aucun vestige du disque gynobasique. — L'axe de la fleur se prolonge généralement en un rameau feuillé et souvent florifère. La première feuille de ce rameau continue la série commencée par les deux feuilles qui représentent les carpelles.

» Il résulte de cette observation, que, dans le genre Myosotis, et, par conséquent, dans les Borraginées dont l'ovaire présente une structure analogue, le nombre des carpelles est le nombre deux, et que l'apparence du nombre quatre est due, comme chez les Labiées, à l'introflexion et à la courbure de la nervure de chacune des deux feuilles carpellaires. »

Séance du 7 novembre 1857.

M. Léon Foucault fait connaître à la Société un perfectionnement dans l'emploi de l'interrupteur à mercure pour les appareils d'induction : il consiste à ajouter au mercure une certaine quan-

tité d'amalgame d'argent dans le but de lui communiquer une consistance pâteuse qui arrête les vibrations du liquide et régularise les fonctions de l'appareil.

GÉOMÉTRIE. — M. Paul Serret a présenté, dans cette séance, diverses observations sur la géométrie de la sphère.

1. Les propriétés de la projection stéréographique, déjà employées par M. Catalan dans le même sujet, permettent de parvenir d'une manière intuitive à la détermination des deux séries les plus générales de cercles formant, sur la sphère, un double système orthogonal. Il suffit, en effet, après avoir établi que les cercles de l'une des deux séries se coupent nécessairement, deux à deux, de former la projection stéréographique de la figure sphérique en prenant pour centre de projection, ou point de vue, l'un des deux points d'intersection de deux cercles déterminés de l'un des systèmes : la définition, dans la figure projetée, de deux systèmes de cercles orthogonaux, résulte immédiatement de cette particularisation du point de vue; et elle conduit aisément à la définition des deux systèmes de cercles, composant la figure primitive.

2. Si l'on appelle *indicatrice* d'une ligne sphérique le lieu formé par les extrémités des rayons de la sphère parallèles aux tangentes *rectilignes* de cette ligne, on reconnaît aisément que la *polaire* de l'indicatrice coïncide avec la développée sphérique de la ligne primitive, la développée et l'indicatrice ayant, dès lors, même développée. De là, et de la construction sphérique de l'indicatrice, qui est aussi le lieu des extrémités des quadrants tangents à la ligne primitive, résultent les conséquences suivantes :

a. On peut obtenir l'équation de la développée de l'hélice sphérique par la seule résolution du problème des tangentes;

b. L'hélice sphérique est une développante d'un petit cercle de la sphère. Cette dernière proposition peut aussi s'établir directement, par la considération de la surface polaire, qui, dans le cas actuel, se réduit à un cône de révolution.

Séance du 21 novembre 1857.

CHIMIE ORGANIQUE. *Synthèse de l'esprit de bois.* — La com-

munication suivante a été faite, dans cette séance, par M. Berthelot.

« D'après les expériences que j'ai déjà communiquées à la Société, les alcools peuvent être préparés en fixant les éléments de l'eau sur les carbures d'hydrogène analogues au gaz oléfiant : $C^4H^4 + 2HO = C^4H^6O^2$. Cette fixation s'exécute tantôt en combinant le carbure avec l'acide sulfurique concentré, puis en décomposant par l'eau la combinaison sulfurique ; tantôt en combinant d'abord le carbure avec un hydracide, de façon à produire un éther

$$C^6H^6 + HCl = C^6H^7Cl.$$

Par ces procédés, on peut obtenir, au moyen des carbures d'hydrogène, les alcools vinique, $C^4H^6O^2$, propylique, $C^6H^8O^2$, amylique, $C^{10}H^{12}O^2$, caprylique, $C^{16}H^{18}O^2$, éthalique, $C^{32}H^{34}O^2$, etc. ; en un mot l'alcool ordinaire, et tous les alcools dont l'équivalent est plus élevé. Un seul alcool, le plus simple de tous, l'esprit de bois ne saurait être préparé de la même manière : J'ai cru nécessaire de compléter la série de mes expériences en exécutant la synthèse de ce composé au moyen d'un carbure d'hydrogène d'une autre série, le gaz des marais.

» Cette synthèse repose sur les réactions suivantes, faciles à pressentir, mais dont la réalisation offre de grandes difficultés en raison de la nature gazeuse des substances sur lesquelles on opère. En traitant le gaz des marais, C^2H^4, par le chlore, on obtient entre autres produits de substitution, de l'éther méthylchlorhydrique, C^2H^3Cl :

$$C^2H^4 + 2Cl = C^2H^3Cl + HCl.$$

Cet éther, décomposé convenablement, fixe les éléments de l'eau en prenant ceux de l'acide chlorhydrique et se change en esprit de bois

$$C^2H^3Cl + 2HO - HCl = C^2H^4O^2.$$

» 1. En faisant agir le chlore sur le gaz des marais, divers chimistes ont observé la formation d'un composé gazeux renfermant du chlore parmi ses éléments, mais ce gaz ne paraît avoir jamais été l'objet d'aucune analyse ni d'aucun examen approfondi ; plusieurs auteurs l'ont regardé comme présenatnt la composition de l'éther méthylchlorhydrique, avec lequel il serait non iden-

tique mais simplement isomère. C'est ce composé que je prends pour point de départ. — Pour l'obtenir, je mélange, à volumes égaux dans des flacons d'un litre, 40 litres de chlore et 40 litres de gaz des marais recueillis sur l'eau, et je place les flacons exactement bouchés dans un lieu où ils puissent recevoir la lumière solaire réfléchie sur un mur, par exemple : cette précaution est sinon nécessaire du moins fort utile : sous l'influence de la lumière diffuse, dans l'intérieur d'un laboratoire (novembre), les deux gaz ne se sont pas combinés même au bout d'une semaine. Au contraire, la lumière solaire directe détermine l'explosion du mélange avec flamme et dépôt de charbon. Mais sous l'influence de la lumière solaire, irrégulièrement réfléchie, le mélange ne tarde pas à se décolorer entièrement. On ouvre les flacons sur le mercure pour éviter l'action dissolvante de l'eau, et on y introduit des fragments de potasse et quelques gouttes d'eau ; le volume gazeux se trouve alors à peu près réduit à moitié ; mais ce qui reste n'est pas de l'éther méthylchlorhydrique pur. Dans mes expériences, ce gaz n'a jamais formé plus du tiers du résidu, le surplus consiste en gaz des marais inattaqué(1).

» La conservation de cette portion du gaz des marais s'explique par une attaque inégale du chlore. Une partie seulement est changée en éther méthylchlorhydrique, tandis qu'une autre partie absorbe une plus forte proportion de chlore et forme des produits liquides dont les propriétés se rapprochent de celle du chlorure de carbone, $C^2 Cl^4$.

» Quoi qu'il en soit, il était nécessaire d'isoler et d'analyser le gaz chloré. Dans ce but, j'ai agité le mélange gazeux avec de l'acide acétique cristallisable, dans la proportion de 250 grammes du dissolvant par 8 litres du mélange gazeux : je faisais passer successivement ce mélange dans un flacon d'un litre renversé sur la cuve à mercure et contenant le dissolvant, puis je rejetais le résidu gazeux dans l'atmosphère à l'aide d'un siphon renversé. — L'acide acétique soumis à l'ébullition dégage la plus grande partie du gaz qu'il a dissous : on peut extraire le reste en saturant l'acide par une lessive de soude concentrée. On obtient, en définitive, un gaz doué d'une odeur spéciale, brûlant avec une flamme verte caractéristique, soluble dans $\frac{1}{4}$ environ de son volume

(1) Et souvent en hydrogène, lequel préexiste probablement.

d'eau, dans $\frac{1}{35}$ de son volume d'alcool absolu, dans $\frac{1}{40}$ d'acide acétique cristallisable, liquéfiable à — 30°, en un mot présentant, dans les mêmes conditions, les mêmes propriétés, les mêmes solubilités que l'éther méthylchlorhydrique. Il en possède également la composition ; car un volume de ce gaz brulé dans l'eudiomètre a formé son volume d'acide carbonique, en absorbant très sensiblement une fois et demie son volume d'oxygène (1).

$$C^2H^3Cl + O^6 = C^2O^4 + 2HO + HCl.$$

» 2. L'identité du gaz chloré et de l'éther méthylchlorhydrique étant ainsi établie par l'analyse et par l'étude physique, il restait à la confirmer en le transformant en esprit de bois. J'ai opéré cette transformation, séparément sur le gaz isolé, au moyen de l'acide acétique, et sur le mélange brut qui n'avait subi l'action d'aucun dissolvant.

» 1° Cet éther, dissous dans l'acide acétique et chauffé à 200° avec de l'acétate de soude, se change en éther méthylacétique :

$$C^2H^3Cl + C^4H^3NaO^4 = C^6H^6O^4 + NaCl\,;$$

mais ce procédé n'est guère applicable à des poids quelque peu considérables de matière.

» 2° L'éther méthylchlorhydrique, chauffé à 100° pendant 5 heures avec une solution aqueuse de potasse, régénère de l'esprit de bois :

$$C^2H^3Cl + KO + HO = C^2H^4O^2 + KCl.$$

Cette réaction est assez curieuse ; car l'éther bromhydrique de l'alcool vinique dans des circonstances analogues a produit non de l'alcool, mais de l'éther ; mais l'esprit de bois ainsi formé se perd en partie durant les traitements, en raison de sa volatilité et de la surface considérable des vases nécessaires pour les expériences relatives aux corps gazeux. Il est préférable d'engager l'esprit de bois dans une combinaison fixe, susceptible d'être isolée par l'évaporation de sa dissolution et douée de propriétés caractéristiques.

» 3° Pour atteindre ce but, on fait agir à 100° le mélange d'acide sulfurique concentré et de sulfate d'argent ou de mercure sur

(1) Le mercure n'a pas été attaqué sensiblement durant cette combustion.

l'éther méthylchlorhydrique contenu dans des ballons de deux litres. Pour remplir ces ballons, on en étrangle le col, on y fait le vide, on les met en communication avec le gaz contenu dans des flacons sur la cuve à mercure. Quand ils sont remplis sous une pression un peu supérieure à celle de l'atmosphère, on les ferme à la lampe et on les chauffe au bain marie pendant pendant 8 ou 10 heures. Il se forme de l'acide méthylsulfurique. On ouvre les ballons, on en délaye le contenu dans l'eau et on sature par le carbonate de baryte ; on ajoute un léger excès de baryte pour précipiter complétement l'oxyde métallique, on filtre, on ajoute un peu d'acide sulfurique étendu pour précipiter l'excès de baryte, puis un peu de carbonate de baryte, et on évapore avec ménagement. On obtient du sulfométhylate de baryte cristallisé et parfaitement défini. Avec ce sel, il est facile de préparer soit l'esprit de bois, soit les éthers méthyloxalique et méthylbenzoïque.

» J'ai réalisé cette série d'expériences sur l'éther méthylchlorhydrique préparé par le gaz des marais et j'ai obtenu les divers composés caractéristiques qui précèdent : méthylsulfate de baryte, éther méthyloxalique, méthylbenzoïque, esprit de bois.

» Ainsi le gaz des marais, C^2H^4, peut être changé en esprit de bois, $C^2H^4O^2$; j'ajouterai d'ailleurs que j'ai produit, au moyen des corps simples qui le constituent, le gaz des marais lui-même ; l'esprit de bois peut donc, aussi bien que les alcools vinique, propylique, amylique, être préparé au moyen des carbures d'hydrogène dont j'ai réalisé la synthèse totale. »

Séance du 5 décembre 1857.

GÉOMÉTRIE. *Sur le mouvement d'une figure plane dans son plan.* — Voici le résumé d'une communication faite par MM. H. Résal et Abel Transon.

La théorie de ce mouvement, telle qu'elle a été établie jusqu'à ce jour, donne les moyens de construire la tangente et le cercle osculateur de la trajectoire décrite par un point quelconque de la figure lorsqu'on connaît les tangentes et les cercles osculateurs des trajectoires de deux points seulement. Elle reçoit aujourd'hui un perfectionnement notable de la solution du problème suivant ;

Problème : « Construire les rayons de courbure de toutes les

» développées à l'infini, première développée, seconde, troi-
» sième, etc., de la trajectoire d'un point quelconque du sys-
» tème lorsqu'on connaît les rayons de courbure des développées
» correspondantes de deux trajectoires seulement. »

Comme on a des moyens très simples pour construire la parabole osculatrice et l'ellipse (ou hyperbole) osculatrice d'une courbe quelconque lorsqu'on connaît les rayons de courbure de sa seconde développée (*Journal des Math. pures et appliquées*, tome VI, p. 191), on peut énoncer comme il suit les deux premiers termes du problème ci-dessus : « Construire la parabole
» osculatrice et l'ellipse (ou hyperbole) osculatrice de la trajec-
» toire d'un point quelconque de la figure mobile lorsqu'on con-
» naît les paraboles et ellipses (ou hyperboles) osculatrices de deux
» trajectoires seulement. »

Il est digne de remarque que, comme les déterminations des tangentes et des cercles osculateurs dépendent de la construction de deux points dont l'un est connu sous le nom de centre de rotation (CHASLES, *Aperçu historique*, p. 548), et l'autre sous celui de roulement (*Journal de Math.*, t. X, 1845), de même la détermination des paraboles et des ellipses (ou hyperboles) osculatrices, et généralement la détermination des rayons de courbure des développées de tous les ordres à l'infini, dépend d'autant de points ou centres particuliers. Mais pour pouvoir énoncer cette propriété curieuse sous une forme précise, il faut préalablement introduire dans la cinématique la notion des *suraccélérations de tous les ordres*. — Voici ce qu'il en est.

Comme l'accélération est égale en grandeur et en direction à la vitesse élémentaire (rapportée à l'unité de temps) qui altère à chaque instant la vitesse actuelle pour produire celle qui a lieu à l'instant suivant, on conçoit qu'il y ait lieu de considérer aussi et d'appeler d'un nom nouveau (*suraccélération*) l'accélération élémentaire qui altère à chaque instant l'accélération actuelle ; puis de dénommer suraccélération de second ordre la suraccélération élémentaire qui se compose avec la suraccélération actuelle; et ainsi de suite à l'infini. — Ceci entendu, on a le théorème suivant :

Théorème : « Lorsqu'une figure plane se meut d'un mouve-

» ment continu dans son plan, la suraccélération d'un ordre quelconque est à chaque instant pour les différents points du système ce qu'elle serait si la figure tournait autour d'un certain point dont la position varie d'un moment à l'autre et qui est différent pour les différents ordres de suraccélérations. »

Les deux théorèmes relatifs aux centres de rotation et de roulement ne sont manifestement que des cas particuliers du théorème ci-dessus, lequel suppose que le déplacement se produit avec une vitesse angulaire constante, circonstance qui est elle-même indifférente quant aux propriétés géométriques des trajectoires.

Nota. L'un des auteurs de la précédente communication, M. H. Résal, a étendu la notion des suraccélérations à d'autres propriétés des courbes planes, à la théorie des courbes gauches et à celle des surfaces. Il a ainsi obtenu des résultats qui lui appartiennent exclusivement et qui sont exposés dans un mémoire actuellement en voie de publication.

Séance du 12 décembre 1857.

CHIMIE MINÉRALE. — M. S. Cloëz a communiqué à la Société dans cette séance un nouveau mode de traitement du speiss et du kupfernickel.

La matière première employée pour la préparation de l'oxyde pur de nickel est généralement un arséniosulfure de nickel mélangé de proportions variables le plus souvent très faibles de cobalt, de fer, de cuivre, d'antimoine, etc. L'élimination complète de l'arsenic contenu dans le speiss ou le kupfernickel se fait aisément en faisant passer ce corps à l'état de sulfure d'arsenic soluble dans les sulfures alcalins ou à l'état d'acide arsenique dont les combinaisons avec les alcalis se dissolvent aisément dans l'eau.

Les procédés employés pour séparer l'arsenic peuvent enlever aussi l'antimoine quand il existe ; mais les autres métaux restent mélangés avec le nickel à l'état de sulfures ou d'oxydes, et pour les séparer on est obligé de dissoudre d'abord le mélange dans un acide, de traiter ensuite la solution par l'acide sulfhydrique pour précipiter le cuivre, et de soumettre enfin la liqueur à diverses opérations pour enlever le cobalt et le fer.

M. Cloëz a cherché à simplifier la méthode employée en se basant sur l'action bien connue de l'acide sulfureux sur l'acide arsenique qu'il ramène à l'état d'acide arsenieux et sur la précipitation complète et rapide de ce dernier corps par l'acide sulfhydrique.

Le minerai destiné au traitement doit être réduit en poudre fine et grillé avec soin afin de chasser le soufre et la majeure partie de l'arsenic. Le résultat de cette opération est dissous à chaud dans l'acide chlorhydrique ; dans le cas d'un grillage insuffisant, une fraction de la matière reste au fond du ballon sans se dissoudre, on la sépare par décantation de la liqueur acide, puis on ajoute à celle-ci une quantité de bisulfite de soude telle que l'acide sulfureux se trouve en excès, on chauffe doucement jusqu'à l'ébullition pour compléter la réduction de l'acide arsenieux et chasser l'excès d'acide sulfureux employé. On fait passer ensuite dans la liqueur acide encore tiède un courant de gaz acide sulfhydrique pour précipiter le reste de l'arsenic en même temps que le cuivre, l'antimoine, etc., on laisse reposer pendant 12 heures la liqueur saturée d'acide sulfhydrique ; on sépare alors par le filtre le précipité de sulfures produits, puis on évapore à sec la solution acide contenant encore, outre le nickel, le cobalt et le fer. Le résidu de l'évaporation, traité par l'eau, donne une solution claire à peu près neutre; on la traite par le chlore pour faire passer le fer et le cobalt à l'état de perchlorures, on ajoute alors du carbonate de baryte qui précipite le fer et le cobalt à l'état de sesquioxydes ; la précipitation est immédiate et complète à la température de l'ébullition. La liqueur renferme ordinairement assez d'acide sulfurique provenant de l'oxydation de l'acide sulfureux par l'acide arsenique pour faire passer à l'état de sulfate insoluble la baryte qui a servi à la réaction. Dans le cas d'insuffisance de cet acide, on en ajoute avant l'évaporation de la liqueur acide et le traitement par le chlore une certaine quantité de manière à n'avoir à faire qu'une filtration pour séparer à la fois les oxydes métalliques précipités, le sulfate de baryte produit et l'excès du carbonate alcalinoterreux que l'on a dû employer. Après cette série d'opérations, la solution ne contient plus que du nickel ; on la traite par un carbonate alcalin en dissolution ; le précipité recueilli, lavé et calciné, constitue l'oxyde de nickel chimiquement pur dont on retire aisément le nickel.

Le procédé décrit est également applicable au produit résultant de l'action de l'acide azotique ou de l'eau régule sur le speiss et le nickel d'Allemagne. Il faut avoir soin seulement, dans ce cas, de chasser tout l'acide azotique contenu dans le mélange, parce-que la présence des azotates dans la liqueur acide après le traitement par l'acide sulfureux constitue une espèce d'eau régale, très faible il est vrai, mais assez forte néanmoins pour empêcher en grande partie la précipitation de l'arsenic, de l'antimoine, du cuivre, du plomb etc., par l'hydrogène sulfuré.

Avant d'appliquer la méthode qui précède au traitement de la mine de nickel, M. Cloez s'était assuré expérimentalement de la réaction principale qui lui sert de base. A cet effet, il avait mélangé une dissolution de chlorure de nickel contenant un gramme d'oxyde pur avec une dissolution aqueuse arsenicale obtenue en oxydant un gramme d'acide arsenieux par l'acide azotique, évaporant à siccité et reprenant par l'eau le résidu d'acide arsenique. La liqueur additionnée de bisulfite alcalin fut portée à l'ébullition, puis traitée par l'acide sulfhydrique; le sulfure d'arsenic précipité, recueilli sur un filtre, lavé et séché à 110°, pesait 1gr,264, équivalant sensiblement à la quantité d'acide arsenieux employée. Quant au nickel, il a été de son côté précipité et dosé à l'état d'oxyde; la quantité obtenue a été trouvée inférieure de 5 milligr. à la quantité primitivement employée. Cette diminution accidentelle est en faveur de l'exactitude du procédé, car elle prouve évidemment que l'arsenic a été enlevé en totalité, comme l'indique déjà d'ailleurs le poids du sulfure d'arsenic obtenu.

CHIMIE ORGANIQUE. — Les recherches suivantes sur les acétones, ont été présentées aussi dans cette séance par M. C. Friedel.

On doit à MM. Chancel et Gerhardt la théorie qui représente les acétones comme des corps homologues des aldéhydes, c'est-à-dire comme des aldéhydes, où une molécule d'hydrogène est remplacée par un radical d'alcool. Ces vues ne s'appuyaient jusqu'ici que sur l'expérience par laquelle M. Williamson, en distillant un mélange d'acétate et de valérate de potasse, a obtenu une acétone mixte intermédiaire à l'acétone et à la valérone, un méthylure de valéryle.

Voici quelques faits qui complètent la connaissance des acétones mixtes, et une nouvelle preuve, déduite de l'action du per-

chlorure de phosphore, qui vient à l'appui des idées actuellement reçues sur la constitution des acétones.

M. Friedel a obtenu, en distillant un mélange de poids équivalents d'acétate et de butyrate de chaux, une acétone acétobutyrique, ou méthylure de butyryle

$$\begin{matrix} C^8H^7O^2 \\ C^2H^3 \end{matrix}$$

Les acides de la série aromatique, aussi bien que les acides gras, se prêtent à la production de pareilles acétones mixtes. La distillation d'acétate et de benzoate de chaux en poids équivalents mélangés intimement, a donné un liquide limpide, d'une odeur agréable, très analogue à celle de l'essence d'amandes amères, bouillant à 198° et cristallisant à +14°. Ce liquide, très voisin de l'hydrure de benzoïle, $C^{14}H^6O^2$, a pour composition $C^{16}H^8O^2$ ou $\begin{matrix} C^{14}H^5O^2 \\ C^2H^3 \end{matrix}$.
C'est donc le méthylure de benzoïle.

Le perchlorure de phosphore transforme les hydrures des radicaux d'acides en chlorures qui renferment deux molécules de chlore au lieu des deux molécules d'oxygène de l'hydrure. Il agit, comme on va voir, de la même manière sur l'acétone. En effet, les produits de l'action du perchlorure de phosphore sur ce corps renferment, outre l'oxychlorure de phosphore, deux liquides. L'un bout à 70° et a pour composition $C^6H^6Cl^2$. On peut le regarder comme une méthylure de chloracétol,

$$\begin{matrix} C^4H^3Cl^2 \\ C^2H^3. \end{matrix}$$

L'autre, bouillant entre 25° et 30°, et ayant pour formule C^6H^5Cl, est peut-être un produit de décomposition du premier, et paraît avoir avec lui les mêmes rapports que l'éthylène chloré avec la liqueur des Hollandais.

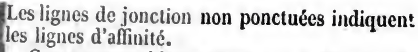
M. Friedel se propose d'étudier ces deux corps, dont le premier offre un intérêt particulier comme isomère du chlorure de propylène, et d'étendre ces recherches à un certain nombre d'autres acétones.

CRISTALLOGRAPHIE. — Dans les séances du 5 et du 12 décembre, M. Gaudin a présenté de vive voix à la Société quelques développements sur sa théorie du groupement des atomes dans les molécules.

En partant de l'observation d'Ampère sur l'état biatomique des molécules d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de chlore, etc., M. Gaudin a montré, à l'aide de figures tracées sur le tableau, que la molécule d'eau en vapeur doit être composée d'un atome d'oxygène placé entre deux atomes d'hydrogène, ressemblant par substitution à la molécule d'acide carbonique, d'acide sulfureux, etc.; et d'après la densité du chlorure de silicium, déterminée, il y a plus de vingt-cinq ans, par M. Dumas, il conclut que la silice est $Si\,O^2$; ce qui la range au nombre de ces molécules linéaires, dites axes d'affinité ou de premier ordre.

Il a montré ensuite la série complète des groupes atomiques, qui sont : le point ou atome (molécule monatomique du mercure en vapeur);—la ligne droite; — le triangle équilatéral; — le carré et l'hexagone régulier centrés; — la double pyramide à 3, à 4, et à 6 côtés égaux; — le prisme à 3, à 4, et à 6 côtés égaux, plus, le prisme rhomboïdal et le prisme rectangulaire; — les prismes doublement pyramidés à 3, à 4, et à 6 côtés égaux; — les assemblages solidaires et indivisibles des doubles pyramides, des prismes, et des prismes doublement pyramidés, à 3, à 4, et à 6 côtés égaux; — plus, enfin, ces mêmes assemblages entourés d'une ceinture de molécules linéaires de premier ordre identiques entre elles.

Il a montré que les molécules des feldspaths sont composés d'axes de 7 atomes (représentant une molécule linéaire d'aluminate de monoxyde) entourés de 3, 4 et 6 molécules linéaires de silice, formant des prismes doublement pyramidés à 3, à 4 et à 6 côtés égaux. La figure ci-contre montre la coupe d'un de ces solides à 4 ou à 6 côtés, en faisant passer le plan par l'une des diagonales de la base du prisme.



Les lignes de jonction non ponctuées indiquent les lignes d'affinité.

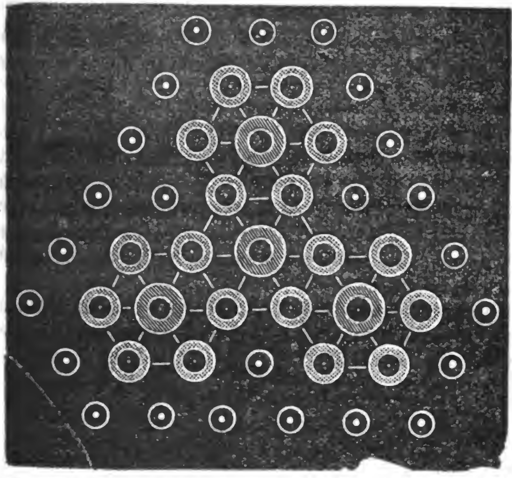
Comme assemblage solidaire et indivisible de prismes hexaédriques réguliers doublement pyramidés et entouré d'une ceinture d'axes de premier ordre, il a dessiné sur le tableau la chabasie dont la figure est reproduite plus loin, en raisonnant l'analyse qui porte :

Pour la silice,	9 atomes d'oxygène;
Pour l'alumine,	3 atomes d'oxygène ;
Pour le monoxyde,	1 atome d'oxygène ;
Pour l'eau,	6 molécules.

En doublant et triplant ces quantités, il obtient un nombre impair d'atomes d'oxygène pour la silice, ou bien un nombre d'axes de 7 atomes représenté par 2 et qui ne peut suffire à former un polyèdre géométrique régulier.

La multiplication par 4, au contraire, donne pour la silice 36 atomes d'oxygène, soit 18 *molécules*; pour l'alumine et le monoxyde 4 *grands axes;* et pour l'eau 24 *molécules* : *ces* 46 *axes*, disposés avec symétrie, donnent pour *solution unique* une double pyramide tronquée dans le système hexagonal, élément du système rhomboédrique : ce corps cristallise, en effet, en rhomboèdre.

Chabasie.



En retranchant par la pensée les 24 molécules d'eau formant la ceinture, il reste l'assemblage solidaire des 4 prismes hexaédriques réguliers bi-pyramidés, répondant exactement à la formule de l'*oligoclase*, qui ne diffère de celle de la *chabasie* que par l'eau.

C'est encore une double pyramide tronquée dans le système hexagonal; mais le rétrécissement de la base fait ressortir la longueur des axes, ce qui détermine la cristallisation dans le système du prisme rhomboïdal obliquangle.

Si l'on ne considérait qu'un des prismes hexaédriques doublement pyramidés, on aurait la molécule du *feldspath potassique* qu cristallise en prisme rhomboïdal oblique suivant sa petite diagonale, à cause de la grande longueur de son axe.

— M. Charles Sainte-Claire Deville ayant demandé comment M. Gaudin pouvait expliquer la cristallisation de l'albite en prisme doublement oblique, bien que sa molécule doive être isomorphe avec celle du feldspath orthose, M. Gaudin a répondu que cette objection l'occupait depuis bien des années, et qu'il ne pouvait s'en rendre compte qu'en supposant 3 molécules d'albite réunies par une molécule d'eau centrale, et remplaçant l'axe de 7 atomes central de l'oliglase, ce qui pourra être confirmé plus tard, puisque 1 pour cent d'eau suffirait pour cela, et que déjà certains analystes ont en effet reconnu de l'eau de *combinaison dans certains feldspaths.*

M. Gaudin se propose d'exposer dans une autre séance le groupement des molécules en cristaux, suivant les divers types cristallins.

Séance du 19 *décembre* 1857.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a fait, dans cette séance, une communication sur une nouvelle machine pour les épuisements, sur un moyen d'épargner l'eau dans le service des écluses de navigation accolées à deux sas, et sur un moyen de faire des épuisements sans pièce mobile par la succion des vagues de la mer, dont on ne connaissait que la percussion.

« J'ai communiqué, dit-il, à la Société, le 4 août 1855, une machine pour les épuisements au moyen d'une chute d'eau, sur laquelle j'ai présenté une note plus complète à l'Académie des

sciences le 12 octobre dernier, en montrant que l'air comprimé alternativement dans un réservoir intermédiaire pouvait être conservé à des pressions toujours supérieures à celle de l'atmosphère. Cet appareil peut être appliqué aux petites chutes motrices. Il se présente une circonstance intéressante, quand le tuyau de conduite, qui va du bief supérieur dans le puits où l'on veut faire des épuisements, est assez long par rapport à la hauteur à laquelle l'eau doit être élevée au-dessus du niveau de l'eau dans le puits. Je remarquerai d'abord, sauf les difficultés d'exécution, que cette machine permet de tirer l'eau *en principe* de toutes les profondeurs.

» Un tuyau de conduite, toujours rempli d'eau, débouchera par une extrémité dans l'eau du bief d'amont, et par l'autre dans un réservoir d'air, celle-ci pouvant être alternativement bouchée, pendant qu'un tuyau de conduite, destiné à l'élévation de l'eau du puits à un niveau moindre que celui du bief d'amont, sera alternativement mis en communication avec le réservoir d'air. On conçoit que si l'air, comprimé d'abord par la pression du bief d'amont, agit ensuite sur l'eau contenue dans le tuyau d'aval, l'eau de ce dernier sera en mouvement de bas en haut à l'époque où sa communication cessera avec le réservoir d'air. Par conséquent, quelle que soit la profondeur du puits, si une soupape permet à l'eau de ce puits de s'introduire dans le tuyau d'aval, cette eau sera aspirée, jusqu'à ce que la vitesse soit éteinte dans la colonne liquide où elle pénétrera quelle que soit la hauteur de celle-ci.

» Or si le tuyau de conduite d'amont est assez long par rapport à ce tuyau de conduite d'aval, il ne sera pas indispensable de le boucher alternativement, à cause des effets de l'inertie de l'eau qu'il contient ; l'appareil peut donc être simplifié dans ce cas. Pour abréger, je renvoie à une communication que j'ai faite à la Société, le 18 janvier 1840, sur la manière dont on peut, dans certains cas, employer l'inertie d'une longue colonne liquide pour supprimer une soupape dans une circonstance analogue, où je l'ai vérifiée par expérience.

» — J'ai communiqué à la Société un moyen d'épargner l'eau dans le service des écluses de navigation accolées à deux sas, en n'employant qu'une seule machine, dans un cas particulier, sans doute assez rare, où ce qu'on appelle le prisme de flottaison est

assez épais relativement au tirant d'eau des bateaux et à la hauteur des sas. Mais si ce moyen peut être utilisé avec avantage, par exemple pour les trains de bois flotté, il sera, en général, utile d'employer deux appareils pour le service de deux sas accolés. Or il se présente dans ce cas une combinaison de niveaux intéressante, quelle que soit la machine employée pour remplir un sas en tirant une partie de l'eau d'un bief inférieur, et pour le vider en relevant une partie de l'eau en un bief supérieur.

» Je suppose que deux appareils fonctionnent ensemble au moyen d'un bassin latéral intermédiaire, l'un vidant le sas le plus élevé des deux en relevant une partie de l'eau au bief supérieur, l'autre remplissant le sas le moins élevé au moyen de la partie de l'eau du premier qui n'a pas été retirée, et qui servira de moteur par la descente dans le second, pour élever de l'eau du bief d'aval dans celui-ci, afin de compléter son remplissage.

» Il y a une époque où l'on arrêterait ces deux appareils avant la fin de chacune des deux opérations de vidange et de remplissage sans la combinaison dont on va parler, parce qu'il est facile de démontrer qu'à partir de certaines limites, le travail disponible étant très diminué, il vaut mieux ne pas perdre de temps à faire marcher les appareils, et achever l'opération en laissant les orifices entièrement ouverts.

» Si au lieu d'arrêter l'appareil de remplissage du second sas, on arrête seulement l'appareil de vidange du premier, de manière à permettre à l'eau de celui-ci d'entrer librement dans le réservoir latéral intermédiaire, la chute motrice de la machine de remplissage du second sas sera considérablement augmentée, et cette machine pourra marcher plus longtemps avec avantage, de manière à compléter plus sûrement l'opération.

» — J'ai communiqué à la Société, le 2 novembre 1850, un appareil à tube oscillant, sur lequel j'ai fait diverses communications depuis cette époque, et qui m'a donné occasion d'étudier des phénomènes de percussion des veines liquides d'où résultent dans certains cas des succions très puissantes. Je renvoie, pour abréger, à ces communications, rappelant seulement ici qu'on augmente considérablement la force de succion contre certaines surfaces qui reçoivent le choc, en donnant aux bords extérieurs de ces surfaces la forme d'une sorte de parapluie renversé. Du Buat avait, il est

vrai, observé une succion semblable sur un prisme plongé dans un courant ; mais, ne connaissant pas la disposition dont je viens de parler, il n'avait trouvé de succion qu'à une très petite distance des bords extérieurs.

» Or les effets de succion qui se présentent dans celui de mes appareils que je viens de rappeler sont si puissants qu'il a fallu les modérer pour ne pas briser le système. Je remarquerai seulement ici qu'en rendant fixes toutes les pièces de cet appareil, et en développant les causes de succion au lieu de les modérer, cela suffit, en disposant convenablement des tubes d'aspiration, pour le transformer en machine propre à faire des épuisements, au moyen des vagues de la mer.

» Il ne s'agit pas d'étudier en ce moment s'il n'y aurait pas d'autres circonstances auxquelles dans l'avenir ce moyen d'épuisement serait applicable. Mais quand il s'agit d'utiliser une force presque indéfinie, telle que celle des vagues, la simplicité d'un appareil me paraît la condition la plus importante. On conçoit même que, dans certaines circonstances, la forme des rochers peut être naturellement disposée de manière à présenter des appareils analogues, susceptibles d'opérer des succions puissantes sur les cours d'eau souterrains qui se jettent dans la mer.

» Les Mémoires de la Société géologique de Londres font mention de phénomènes dont l'explication repose probablement sur des effets de ce genre ; car ils signalent une île où, du moins dans certaines circonstances, on trouve un cours d'eau se précipitant dans un endroit où le niveau de l'eau est moins élevé que celui de la mer.

» J'ai déjà proposé depuis longtemps à la Société un moyen d'expliquer ces phénomènes, par les effets de la diminution de pression latérale moyenne résultant des oscillations de l'eau dans certaines circonstances. Mais il est probable que les effets du genre de ceux dont je parle aujourd'hui seront plus fréquents et plus puissants. Les circonstances dans lesquelles ils se présentent sont loin d'exiger l'existence d'une sorte d'appareil assez simple d'ailleurs pour être naturel. Il suffit que la forme des côtes, où débouchent des cours d'eau souterrains, soit soumise à certaines conditions indiquées par les lois de la percussion des liquides, sur lesquelles je reviendrai dans une prochaine communication.

» Je reviendrai notamment sur les moyens d'appliquer les appareils à pièces fixes fondés sur ces principes à faire des épuisements dans les marais qui sont sur les bords de la Méditerranée. »

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. *Études sur l'action thérapeutique du courant voltaïque continu.* — M. Hiffelsheim a entretenu la Société, dans la séance du 9 mai 1857, d'expériences qu'il commençait alors dans les hôpitaux sur l'action du courant continu des piles voltaïques; mais il ne voulut pas à cette époque que sa communication reçût la publicité ordinaire désirant attendre que les résultats des ses expériences eussent reçu le contrôle des médecins éminents qui en étaient témoins, parmi lesquels il cite M. Rayer. Aujourd'hui que la même réserve ne lui paraît plus aussi nécessaire, il rappelle et résume sa communication de cette date avant d'en faire une nouvelle qui appartient à la séance d'aujourd'hui (19 décembre).

L'électricité a été employée dans les premiers temps à l'aide des machines qui se montrent encore sur quelques places publiques, et aujourd'hui cette source d'électricité est exploitée pour tirer des étincelles à des malades isolés sur un tabouret en verre, ou pour leur donner des commotions. Cette méthode avait été abandonnée lors de la découverte de la pile de Volta, et les piles à auge ont fait dès lors les principaux frais de la médication électrique. Rarement on employait l'électricité sous forme de courant continu, le plus souvent sous forme de courant intermittent. Dans ce dernier cas, les instruments interrupteurs étaient assez rudimentaires pour faire abandonner aisément cette forme d'application très répandue, vers 1825, entre les mains de MM. Magendie, Rayer, etc., etc. La découverte des phénomènes d'induction opéra une révolution complète dans l'électricité médicale. Depuis lors, on voit apparaître des appareils magnéto-électriques devant leur source électrique à un aimant et des appareils électromagnétiques nourris par l'élément d'une pile de Bunsen ou autres.

Des travaux très remarquables sont venus enrichir et la science et la thérapeutique; mais leur sphère est surtout limitée à l'étude du système musculaire et à la guérison des affections paralytiques. L'électropuncture a eu d'autres prétentions, et il serait à désirer de les voir bien dûment justifiées. Ainsi la résorption de nom-

breux kystes, la fonte de tumeurs sont assurément des faits dignes de la plus haute attention. Mais pourquoi l'électropuncture, sinon parce que les courants employés ne pouvaient pas avoir une tension assez forte pour traverser les parties? Nous reviendrons sur ce point.

Cependant on a employé l'électricité sous forme de courant intermittent, mais *quantitatif*, contre des névralgies. On signale des guérisons. On n'en peut douter; mais le nombre d'insuccès, disons plus, le nombre de cas où il y a eu augmentation de maladie est si nombreux, que la guérison paraît l'exception, entre autres pour les sciatiques, les lumbago, etc. Enfin on a imaginé des appareils qui distribuent le courant intermittent sous les formes les plus variées pour fondre les glandes, et qui se rapprochent un peu de l'idée de l'électropuncture et de l'écrasement. Plus récemment, M. Dropsi a proposé de *généraliser* les courants interrompus faibles, au lieu de les *localiser*, et à cette pratique se rattache toute une doctrine que nous examinerons ailleurs.

Il y a 8 ans, continue l'auteur, M. Pulvermacher imagina une pile qui, faite à l'instar d'une chaîne métallique alors très répandue, avait l'avantage d'être une vraie pile, active, commode et aisée à manier. C'est pourquoi, avec tous les physiologistes qui ont besoin d'une source électrique d'un maniement facile, j'emploie la pile Pulvermacher. Sa forme, variable, en fait un instrument très commode, et sa construction, décrite dans tous les traités de physique, la rend apte à produire autant d'électricité que l'on veut, sans pour cela être dispendieuse, incommode ou d'un maniement gênant. Trempée dans le vinaigre, elle entre en pleine activité. Appliquée alors sur la peau, elle produit un picotement dont la plus grande énergie est au pôle zinc. Cependant il est manifeste que chaque petit élément agit pour son compte. Il y a, en effet, dans les premiers moments, une légère rougeur au pôle zinc, mais si la pile est bien excitée, bientôt ces rougeurs superficielles se produisent sur chaque point du pôle zinc au pôle cuivre. Les rougeurs qui vont, si l'on veut, jusqu'à l'escarre, sont elles des effets indispensables à la guérison? Non-seulement elles sont inutiles, mais elles sont quelquefois nuisibles. Dans un certain nombre de cas observés, j'ai vu ces effets retarder la guérison. Aussi ai-je depuis longtemps, et avant d'avoir vu les inconvé-

nients des piles énormes employées par M. Remak, préféré mêler de l'eau au vinaigre, ou interposer pour une heure un peu de toile fine humide. Par là j'évite les objections théoriques et pratiques à ce traitement.

Mais puisque j'emploie un courant continu, doux, il est utile de l'avoir permanent ou à peu près. Voilà pourquoi la forme de chaîne ou autre. C'est là une action digne de l'attention des médecins que cette force lente, continue, s'excitant d'abord par les acides minéraux faibles, puis continuant à se nourrir à l'aide des acides de la sueur, des exhalations cutanées, continues, qui souvent sont plus actives (j'en ai vu plusieurs cas) que le vinaigre, surtout étendu.

S'il est une force capable d'agir sur la nutrition et les fonctions plastiques, c'est bien celle qui leur ressemble le plus par son imperceptibilité continue. Voilà pourquoi je proscris les courants forts qui épuisent la force vitale; lorsqu'ils sont continus ils désorganisent les tissus par l'excès de *quantité*.

Tout ce qu'il m'a été donné d'observer tend à confirmer ce principe que le courant continu, pour être très efficace, doit agir à la manière d'un *milieu*, et que de même que la température, le climat, ne modifient l'organisme que par une action lente, incessante, de même aussi cette source d'électricité doit être rendue *permanente*. Déjà nous avons observé les grandes modifications qu'elle apporte dans les fonctions de l'innervation et par l'intermédiaire de la circulation probablement. Déjà aussi nous avons vu de rapides changements survenir dans les sécrétions. Si ce fait s'est rencontré dans l'application des courants interrompus, il est bien plus général dans celle des courants continus permanents.

Sans proscrire le courant interrompu qui a des indications très nettes, nous ajouterons cependant qu'il peut être remplacé dans presque toutes les circonstances par le courant continu, mais non réciproquement, que souvent le courant interrompu est absolument contre-indiqué par l'ébranlement qu'il cause à l'organisme et que le courant continu peut toujours être assez affaibli pour être efficace sans être nuisible. A cet égard, il faut pleinement reconnaître le mérite de ceux qui ont essayé d'introduire le courant interrompu généralisé très faible et appliqué pendant une heure en-

tière ; c'est, en quelque sorte, la transition entre les deux méthodes thérapeutiques.

— Ce qui vient d'être exposé est le résumé de la communication faite par M. Hiffelsheim dans la séance du 9 mai. Nous arrivons maintenant à celle du 19 décembre, faite sous ce titre : *Théorie et pratique de l'électrisation musculaire à l'aide de courants intermittents.*

Les applications de l'électricité à l'étude de *l'action musculaire* et à la guérison de toutes ses *perturbations*, pour qu'elles puissent se généraliser, doivent, dit M. Hiffelsheim, être soumises à des règles fixes et permettant à chaque médecin d'y recourir, comme à la plus insignifiante opération. Tel est le but de ce travail : une pratique journalière nous en a fourni les éléments. Nous nous proposons également de remonter à la source de cette pratique, et, après en avoir fixé la base scientifique, de montrer qu'il y a une *méthode rationnelle* d'appliquer l'électricité, dont la conception est pleinement sanctionnée par l'expérience.

Ainsi qu'on le peut deviner, puisqu'il ne s'agit que de muscles, il ne peut être question que du courant *interrompu*. Le courant voltaïque continu, de même que ce dernier, peut modifier l'action musculaire, mais il ne donne pas lieu aux phénomènes de la contraction et ne peut servir à l'étude de l'action musculaire.

Toutes les fois que l'on interrompt un courant électrique comprenant dans son circuit la cuisse dénudée d'une grenouille, une plus ou moins grande partie des muscles entre en contraction. Avec un courant suffisamment énergique, on obtient cet effet chez l'homme au travers de la peau. Cette propriété a été mise à profit pour étudier l'action de chaque muscle, c'est à-dire son usage et pour le lui rendre quand il l'a perdu.

Nous examinerons successivement cette pratique dans le *procédé opératoire* et dans *l'instrument* ; nous réservons pour le moment cette seconde partie.

Étant donné un courant voltaïque interrompu ou un courant induit, d'une intensité voulue, si l'on applique les électrodes sur la cuisse dénudée d'une grenouille, on remarque que la contraction des muscles sous-jacents varie beaucoup, selon la disposition des conducteurs.

Si l'un des conducteurs est placé sur le nerf moteur du muscle

à contracter, l'autre conducteur sur le corps du muscle, à peu de distance, on obtient une contraction bien plus énergique que si les deux conducteurs sont exclusivement placés sur le corps du muscle. En second lieu, si l'on place le conducteur du pôle négatif (zinc) sur le nerf, et celui du pôle positif (cuivre) sur le corps du muscle, on obtient un effet contractile bien supérieur à celui que donne la disposition inverse. Il est bon de noter qu'en Allemagne les pôles ont une dénomination exactement opposée.

Généralement, les nerfs que l'on peut atteindre ainsi superficiellement, et c'est le cas de la majorité des nerfs musculaires, se dirigent de telle sorte que le point nerveux à la portée du conducteur est central par rapport au corps du muscle, qui représente en chaque partie des ramifications périphériques du nerf.

Le courant qui va du cuivre au zinc, ou sous une forme plus générale, du pôle positif au pôle négatif, marche donc d'un point périphérique quelconque vers un point central du nerf. Je ne fais usage que de batteries voltaïques à courant simplement interrompu, je n'ai donc à tenir compte d'aucune espèce de renversement du sens du courant. Toutefois, ainsi que pour le courant continu, il est à remarquer que le pôle négatif a un effet physico-chimique bien supérieur à celui du pôle positif. Quoique la réaction de la peau, sous ce dernier, soit franchement acide, aussi bien qu'elle est très alcaline sous le pôle négatif, je ne pense pas devoir expliquer *chimiquement* la désorganisation qui survient lorsqu'il y a sur ces points, le négatif surtout, accumulation de *quantité*. Donc le courant inverse, à la direction de l'incitation motrice, a une aptitude contractile prédominante sur celle du courant direct, avec quelques réserves dont nous éclaircirons plus tard la portée. Nous pouvons négliger la petite différence de l'effet du circuit que l'on ouvre ou que l'on ferme avec le genre d'intensité qu'exigent ces applications pratiques. L'observation de ces divers effets ne peut être faite qu'avec des courants cependant bien plus modérés que ceux dont on a généralement dû faire usage jusqu'ici.

Lorsque, en dehors du nerf moteur, on place les conducteurs indifféremment sur le corps du muscle, toutes choses égales, la contraction est bien plus faible, quoique localement au point d'application du pôle négatif l'effet soit toujours plus intense.

M. Duchenne avait remarqué, empiriquement, qu'il existe pour chaque muscle un point spécial où l'un des deux conducteurs détermine une contraction maxima. Ces points ont été trouvés par ce médecin à la suite d'une longue pratique, et dans sa pensée c'est par cette voie seulement qu'on pouvait en acquérir la connaissance. L'étrange erreur que renferme cette proposition m'a frappé, car il me semblait qu'il n'y avait qu'à connaître la topographie des nerfs pour être de prime-saut parfaitement initié à cette pratique. MM. Remak et Ziemssen, surtout le premier, ont protesté déjà contre les idées tout empiriques de notre compatriote; je désire démontrer mes observations par les principes physiologiques les plus certains, ce qui exclut toute personnalité.

L'auteur de l'*électrisation localisée* pensait que la *localisation* ne se fait bien qu'à la condition de placer les deux conducteurs sur le muscle ou le faisceau musculaire dont on veut étudier ou rétablir l'activité. Il est très vrai, qu'en tant que localisation il y a, c'est le plus sûr moyen de l'atteindre. La dite localisation exclut l'action intermédiaire et incitatrice des centres nerveux, sans quoi elle est déjà une erreur, de langage au moins. Pour étudier la physiologie normale ou pathologique d'un muscle ou d'un faisceau, c'est le moyen le plus avantageux. Mais il y a un inconvénient très grave : lorsque on électrise ainsi un faisceau et qu'on le fait agir aussi isolément que possible, on obtient une physiologie musculaire artificielle et qui apprend ce dont un faisceau est *capable*, mais nullement comment il agit naturellement c'est-à-dire avec le concours synergique de tous les faisceaux et muscles qui interviennent régulièrement dans les divers actes de celui-ci.

Quant à la valeur de ce procédé pour comprendre le jeu des muscles dans la physionomie, il me serait aisé de montrer qu'on l'a exagérée. En partant des données signalées précédemment et qui acquièrent ici une bien autre importance, je pourrais prouver que cette localisation est plus propre à expliquer une *grimace* qu'une *physionomie*. Mais revenons à la localisation. Elle a été divisée par son promoteur, en directe et indirecte.

Dans l'électrisation directe, nulle règle; on se place sur le muscle et on tache de trouver si on peut, le point d'élection, ce qui se réduit à une question de pratique et de routine.

Dans l'électrisation indirecte, il faut connaître les troncs nerveux pour y placer l'un des conducteurs. Le précepte est exclusivement destiné à l'électrisation indirecte. On comprend d'où naquit l'emploi des courants si intenses dont la tension ne saurait être assez forte lorsque l'on veut contracter un muscle *directement*, à moins d'être servi par le hasard en plaçant l'un des conducteurs sur le point moteur. L'inconvénient des courants trop intenses, on n'en convient pas, car ils sont une prédilection pour leur inventeur, qui déclare forcément qu'on ne saurait s'en passer dans ce mode d'électrisation. Ce serait peut-être le lieu de discuter ce qu'il faut entendre par localisation, et comment on a pu s'imaginer qu'il est indifférent d'agir avec des courants plus ou moins intenses, sans préoccupation des centres. Mais passons.

Dans l'électrisation indirecte on se sert de troncs nerveux. Je conviens, sans peine, qu'il n'y a pas lieu d'en faire grand usage ; en effet on agit sur trop de muscles à la fois. Mais il n'est pas besoin, en général, de recourir au tronc, il suffit de s'adresser à une branche musculaire là où on peut l'atteindre. Sans doute aussi un muscle est assez souvent polybranchial, c'est-à-dire qu'il reçoit des branches de plusieurs sources ; mais cette difficulté pour l'*exacte* localisation disparaît dans la thérapeutique, où il serait le plus souvent vain d'y recourir.

D'où a pu naître cette division de l'électrisation en *directe* et *indirecte*, à l'exclusion des nerfs ou par l'intermédiaire des nerfs ?

En excluant l'intervention des nerfs, on montre assez que l'on croyait se servir de la contractilité, de l'action irritante de l'électricité à courant interrompu, sur la fibre musculaire. On localisait dans l'un des cas dans les muscles, dans l'autre cas dans un tronc nerveux. Les centres nerveux paraissaient inutiles dans les deux cas ; c'est pourquoi on ne craint pas les courants énergiques. On on a cependant bien observé des phénomènes généraux consécutifs à cette localisation, sur la circulation, les sécrétions, l'innervation, ce qui prouve combien peu *on évite les centres*. Nous allons montrer que ce sont les nerfs qui servent d'intermédiaire dans tous les cas et que par là s'expliquent tous les effets locaux et généraux.

Les nerfs sont pour nous tous les intermédiaires entre la volonté et l'action du muscle ; cette action a pour condition la contraction ; et si le muscle ne jouissait pas, dans ses éléments, de la propriété dite *contractilité*, très certainement il n'y aurait aucun acte de contraction. Ainsi la condition fondamentale du phénomène, c'est la propriété inhérente à la fibre musculaire. Je dis inhérente, oui, car la fibre élémentaire, par une irritation se contracte, isolée qu'elle est de tout élément nerveux: c'est là l'irritabilité hallérienne. — Puisqu'un électrode placé sur le nerf détermine une contraction plus forte que si les deux électrodes sont placés sur le muscle dans lequel il se distribue, il s'ensuit que le nerf moteur naturel est plus actif comme conducteur du stimulant artificiel, qu'alors que celui-ci est appliqué directement sur le muscle à contracter. Mais cela ne prouve rien ni pour ni contre cette espèce d'*autonomie* de la contractilité. Le nerf jouit de cette influence sur la fibre contractile, en tant que tissu vivant et vivant de la vie des nerfs. Sur une grenouille aussi bien que sur un cadavre, c'est l'un des plus mauvais conducteurs physiques de tout le corps, et avec une force suffisante vous irritez le muscle directement tandis que le nerf au bout d'un temps variable a perdu la propriété de l'influencer, à courant d'égale énergie.

Lorsqu'on applique les conducteurs sur le muscle, en évitant la branche principale, peut-on éviter les filets nombreux qui se distribuent au muscle? Certes, non. Il s'agit donc de savoir si dans ce cas l'électricité agit sur la fibre musculaire directement, ou bien par l'intermédiaire des ramuscules nerveux. Vous avez déjà répondu, car si le nerf est inévitable, s'il est le meilleur conducteur sur le vivant, il ne peut rester étranger à cette contraction ; il est donc fort douteux que même un petit excès d'électricité agisse directement sur la fibre musculaire.

Le muscle et le nerf sont dans une connexion des plus étroites. Le muscle doit pouvoir être (et il est) contractile par le nerf pour remplir cet usage. C'est la condition *sine quâ non*. En effet, il peut ne pas être contractile par l'électricité, sans pour cela être impropre à cet usage, reposant sur la contractilité. C'est une des découvertes de M. Duchenne et que M. Meyer, à Berlin, a vérifiée deux ans après ce traitement électrique d'une paralysie satur-

nine. Ce fait se retrouverait dans les suites des paralysies traumatiques. Le muscle est contractile puisque le nerf moteur naturel peut le contracter. Dans les cas d'empoisonnement par le curare, il y a, en outre de celle-ci, cette autre particularité que le muscle ne peut être influencé par l'électricité que directement et que l'animal pas plus que l'électricité ne peut agir sur le conducteur du moteur naturel. Dans ces cas il faut admettre que l'irritabilité, ou la contractilité est directement manifestée par l'électricité. Mais de l'absence d'action de l'électricité sur un muscle, que conclure relativement à l'autonomie de la contractilité? — L'électricité est dans ces circonstances simplement un stimulant impuissant et ne saurait rien juger, je le répète. S'il est une particularité digne de notre attention, c'est bien cet autre fait, que l'électricité ait pu guérir la paralysie, sans contracter le muscle, qui est retombé sous la domination du nerf, tout en échappant à celle de l'électricité elle-même. Personnellement ce fait m'a frappé, quand je l'ai rapproché de cette découverte inattendue dont j'ai rendu témoin M. Rayer, et de nombreux médecins français et étrangers, qui nous apprend qu'une paralysie, de quelqu'origine qu'elle soit, lorsqu'elle est curable, peut guérir par le courant voltaïque continu, faible et permanent, sans secousse aucune, fait dont j'entretiendrai la Société ultérieurement.

Je me résume. Je pense, avec plusieurs physiologistes, que la contractilité, propriété de tissus, est à l'état normal mise en action par les nerfs, d'abord et surtout. Cependant, il peut arriver que les stimulants extérieurs aient de l'action sur cette propriété, alors que les nerfs n'en ont plus. C'est ce qui arrive pour le curare et pour les cadavres d'hommes et d'animaux. Cela prouve secondairement que le nerf conduit l'électricité, grâce à ses propriétés vitales. En relevant ce dernier fait, j'ai en vue les études faites sur la conductibilité des tissus sur le cadavre, études dont l'utilité me paraît contestable, malgré les déductions qu'on en a tirées en Allemagne.

Au point de vue pratique, il est aisé de prévoir que nous supprimons les mots *directe* et *indirecte* pour y substituer les mots d'électrisation *des branches* et *des filets* des nerfs. Nous engageons tous les médecins à se familiariser avec les planches d'anaomie qui montrent le point de pénétration des nerfs dans les

muscles, lorsque la pénétration ne se fait pas par la profondeur, ce qui est la règle. Du moment que l'on a trouvé le point moteur, on peut agir avec un courant moins intense, comme le donne par exemple la batterie Pulvermacher avec son interrupteur, et surtout si l'on place le pôle négatif sur le point nerveux. Pour opérer avec le plus d'efficacité, il est très utile de passer une éponge d'eau tiède simple ou un peu vinaigrée sur les parties à électriser; on obtient des contractions bien suffisantes, sans avoir à redouter ce que l'on a appelé de la réaction et qui n'est qu'une violente excitation des centres malades par des courants trop énergiques.

L'électrisation *directe* ou plus judicieusement *intra-musculaire*, selon M. Remak, nous paraît destinée aux études plus qu'à la pratique proprement dite. Obligé d'atteindre au travers de la masse tous les filets ou rameaux un à un parce qu'ils sont inévitables anatomiquement, le courant doit avoir une énorme tension, pour opérer la contraction totale, si aisée par les rameaux musculaires.

Indépendamment des nombreuses facilités dans la pratique, les batteries à courants moins énergiques offrent l'avantage de se prêter à des applications du courant voltaïque continu. Pour les études mêmes, ces appareils m'ont permis, grâce à leur modération, de rechercher comment se comporte le système nerveux malade soumis à l'influence de l'électricité, et son action sur les muscles.

J'ai pu m'assurer de combien sont exagérées les assertions de Marshall Hall, répétées depuis par des médecins, et tel sera l'objet d'une prochaine communication.

Séance du 26 décembre 1857.

CHIMIE VÉGÉTALE. *Sur la non-assimilation directe du gaz azote par les plantes.* — M. Barral rend compte à la Société des expériences agricoles entreprises sur une grande échelle par MM. Lawes et Gilbert au milieu des champs, à Rothamsteed, situé à quelques lieues de Londres.

M. Barral a visité le laboratoire de Rothamsteed à la fin du mois de juillet, et il a vu sur pied les récoltes diverses, blés, orges, avoines, turneps, qui sont faites successivement sur le même ter-

rain depuis 1843 par MM. Lawes et Gilbert. Chaque parcelle de terrain reçoit un engrais spécial de nature chimique définie, par exemple, du sulfate d'ammoniaque, de l'azotate de potasse, du phosphate de chaux, etc. Dans certains cas, ces engrais sont mélangés en diverses proportions. Quelques parcelles n'ont jamais reçu d'engrais. « A l'époque de ma visite, a dit M. Barral, les récoltes étaient pour le plus grand nombre en état de maturité complète, et un œil habitué à juger les diverses moissons était parfaitement en état d'apprécier les résultats obtenus sans avoir besoin de recourir à des pesées ou à des analyses qui seraient de nature seulement à donner des rapports exacts. Eh bien, le résultat général, constant, que montraient les récoltes sur pied à Rothamsteed, c'est que les engrais à la fois azotés et phosphatés donnaient seuls une forte augmentation de récolte; que les substances azotées, soit que l'azote s'y trouve à l'état d'ammoniaque ou qu'il s'y rencontre à l'état d'azotate, donnent une végétation d'autant plus vigoureuse qu'elles sont accompagnées d'une quantité convenable de phosphate de chaux.

» Mais cette question n'est pas la seule que MM. Lawes et Gilbert ont cherché à résoudre; ils ont voulu savoir si réellement une partie de l'azote gazeux de l'atmosphère est assimilé par les plantes. En France, des expériences contradictoires ont été faites à ce sujet, et elles ont conduit à des résultats complétement différents. Il est vrai que les expériences qui résolvent le problème par la négative sont plus nombreuses et paraissent mieux faites que celles qui peuvent porter à répondre par l'affirmative. Mais à une mauvaise expérience, il faut en opposer au moins deux bonnes. Par conséquent, MM. Lawes et Gilbert ont rendu un service à la science en soumettant la question à une nouvelle expérimentation.

» Ils ont dû nécessairement opérer en vases clos, dans une atmosphère constamment renouvelée. Ils ont semé du blé, de l'avoine et des fèves, dans des sols stériles renfermés dans des pots de fleurs placés sous de grandes cloches en verre. Deux expériences étaient toujours faites comparativement : dans l'une, les graines n'avaient aucun engrais; dans l'autre, elles recevaient une petite quantité de sulfate d'ammoniaque. De l'air, en quantité toujours constante, affluait dans chaque cloche à l'aide d'un écoule-

ment constant d'eau tombant dans des vases d'un assez grand volume ; avant de pénétrer dans les cloches, il était déchargé de toute trace d'ammoniaque par un long tube de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, et de toute trace d'acide azotique par son passage subséquent à travers une dissolution de bicarbonate de soude. Un courant continu d'acide carbonique arrivait également dans chaque cloche et on arrosait les plantes avec une eau bien *purifiée* à l'aide d'un tube recourbé bouché en dehors par un bouchon. Enfin, les gaz en excès s'échappaient par un autre tube plongeant dans de l'eau.

» Au moment où j'ai vu l'expérience, les plantes étaient arrivées à maturité. Dans les cloches où les graines n'avaient rien reçu, les plantes étaient chétives, à l'état si justement appelé limite par M. Boussingault. Au contraire, les plantes venues en présence d'un peu de sulfate d'ammoniaque remplissaient les cloches hautes de plus d'un mètre. Il était évident que le sel ammoniacal avait produit un effet que l'azote de l'air est impuissant à déterminer.

» Postérieurement à ma visite, a ajouté M. Barral, MM. Lawes et Gilbert ont soumis les plantes, comparativement récoltées, à l'analyse chimique. Celles venues dans les sols absolument stériles ne contenaient pas plus d'azote qu'il n'y en avait primitivement dans les semences ; les autres en renfermaient plusieurs fois cette quantité. Ainsi, il est bien certain, comme cela résulte des expériences du même genre faites par M. Boussingault avec de l'azotate de potasse au lieu de sulfate d'ammoniaque, que l'azote gazeux de l'atmosphère ne sert pas directement à l'alimentation des plantes. »

Paris. — Imprimerie de Cosson, rue du Four-Saint-Germain, 43.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE DE PARIS.

ANNÉE 1858.

EXTRAIT DE L'INSTITUT,

JOURNAL UNIVERSEL DES SCIENCES ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

1re Section.—Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

Rue de Trévise, 45, à Paris.

SOCIÉTÉ

PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

PENDANT L'ANNÉE 1858.

PARIS,
IMPRIMERIE DE COSSON,
RUE DU FOUR-SAINT-GERMAIN, 43.
1858.

SOCIÉTÉ
PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

SÉANCES DE 1858.

Séance du 2 janvier 1858.

BOTANIQUE. *Des hémicarpelles des Borraginées et des Labiées.* — M. D. Clos, professeur à la faculté des sciences de Toulouse, adresse les remarques suivantes sur la communication faite à la Société dans la séance du 31 octobre 1857, par M. Germain de Saint-Pierre. Dans cette communication M. Germain de Saint-Pierre signalait une intéressante anomalie que lui avait présentée un pied de *Myosotis cœspitosa* dont l'ovaire était remplacé par deux feuilles dépassant la corolle et dépourvues d'ovules (voy. *l'Institut*, n° 1245, du 11 novembre 1857, p. 374); et il accompagnait la relation de ce fait de réflexions qui sont l'objet de la note de M. Clos.

Malgré l'analogie de la forme de l'ovaire des Borraginées avec l'ovaire des Labiées, disait M. Germain de Saint-Pierre, *on continuait cependant à leur attribuer dans les traités descriptifs un ovaire composé de quatre carpelles :* j'ouvre, écrit M. Clos, la Flore de France de MM. Grenier et Godron (t. 2, p. 507) et j'y lis aux caractères de la famille des Borraginées : *ovaire supère, formé de deux feuilles carpellaires*(1). Dès 1836

(1) Il est vrai que plus bas ces auteurs ajoutent à tort selon nous : *fruit formé de carpelles secs*, etc. C.

M. Seringe considérait le pistil des Labiées et des Borraginées comme formé de deux carpelles (Voir son *Mém. s. l'embryon des Labiées*, p. 63 et 65 à la suite de la *Monog. du genre Scutellaria* par Hamilton), et nous-même, dans une note qui a été communiquée à la Société botanique de France dans sa séance du 10 juillet dernier, proposions d'appliquer aux parties du fruit des Labiées et des Borraginées le nom très convenable d'*hémicarpelles* créé par M. Seringe.

Aucun fait tératologique, ajoute M. Germain, *n'était venu démontrer d'une manière évidente la structure réelle de l'ovaire chez les plantes de cette famille* (les Borraginées). Or, dès 1851, M. Wigand, analysant un ouvrage de M. H. Schacht sur le microscope, s'exprime ainsi : *Quant aux Borraginées, je puis, d'après mon observation personnelle, établir la bipartition originelle de l'ovaire avec une cavité simple* (*Botan. Zeitung*, 9[e] année, p. 618(1) ; et, dans un nouveau travail, en date du 5 décembre 1856, sous ce titre : *Beiträge zur Pflanzenteratologie*, ce même botaniste décrit un *Symphytum officinale*, L., pourvu d'une corolle verte, d'un pistil à ovaire grossi, foliacé, biloculaire, avec deux ovules par loge. (Voir l'analyse de ce mémoire dans le *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. IV, n° 3, p. 227).

En ce qui concerne le pistil des Labiées, je crois avoir été l'un des premiers à démontrer la nature dicarpellaire de cet organe (Voy. *Bull. Soc. bot.*, t. II, p. 169). J'ai cité quelques anomalies présentées par les fleurs du *Stachys sylvatica*, L., dans lesquelles on voyait 6 hémicarpelles, tantôt libres, tantôt soudés 2 à 2 avec un style divisé au sommet en 3 branches. Cette communication provoqua la publication de faits du même genre dus, partie à M. J. Gay (*l. c.*, p. 170), partie à M. Germain de Saint-Pierre (*l. c.*, p. 258).

Depuis lors, de nouveaux individus spontanés de la même espèce m'ont offert quelques autres faits analogues que je crois devoir signaler.

On sait que les faux verticilles du *Stachys sylvatica*, L. sont de six fleurs, chaque pédoncule en portant une médiane et deux

(1) *Fur die Boragineen Kann ich nach eigener Beobachtung die ursprungliche Zweitheiligkeit des Ovariums mit einfacher Hœhle aussprechen.*

latérales. Or, dans un de ces verticilles, une des fleurs médianes avait un calice à 7 divisions et 8 hémicarpelles réunis en 2 groupes égaux et distincts ; l'autre un calice à 8 divisions et 5 hémicarpelles. Dans un autre verticille, une fleur médiane avait un calice à 9 divisions et au fond du tube 8 hémicarpelles en 2 groupes, les 4 de l'un étant plus petits que ceux de l'autre. Une fleur d'un autre verticille montrait un calice à 7 divisions et 7 hémicarpelles ; une autre encore un calice à 5 divisions et 8 hémicarpelles dont un plus gros occupant le fond du tube du calice, les 7 autres étant insérés sur les parois de ce tube. Dans un autre verticille, le nombre des fleurs était réduit à 5, l'une d'elles résultant évidemment de la confluence de 2 autres. Son calice subrégulier, campanulé, était à 10 divisions et offrait au fond du tube 8 hémicarpelles.

Dans tous les cas que je viens de citer la corolle et le style étaient tombés : cette coïncidence dans l'augmentation du nombre des hémicarpelles et des divisions calicinales est un fait qui mérite d'être noté.

Séance du 23 janvier 1858.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny communique des expériences sur le mouvement d'une nappe liquide relativement à un appareil de son invention dont la description a été publiée dans *l'Institut*, et sur lequel il donne de nouveaux détails.

J'ai communiqué, dit-il, en 1845, des observations sur la marche des filets liquides, d'où il paraît résulter qu'il suffirait pour l'écoulement de l'eau par un orifice disposé sur la paroi latérale d'un canal bouché transversalement, que cet orifice eût la même largenr et la même hauteur que ce canal, *dans certaines circonstances.* Cela semble d'ailleurs confirmer des expériences déjà anciennes sur le bélier hydraulique, pour lequel on a trouvé qu'il était inutile de donner à l'orifice de sortie en aval un diamètre intérieur plus grand que celui du corps de bélier. Ces effets, pour être bien compris, exigent quelques explications qui serviront à en montrer l'usage.

Les orifices dont il s'agit, pour les anciens béliers, étaient précédés d'une espèce particulière de renflement dont aucun ouvrage sur l'hydraulique n'a peut-être remarqué le genre particulier d'influence. Or il est essentiel de remarquer que si, en amont du genre d'orifices latéraux dont il s'agit, les filets liquides ne pou-

vaient pas s'infléchir d'une manière convenable, en vertu de cette espèce de renflement qui doit être par conséquent très utile, un orifice d'une section égale à celle du tuyau ou canal ne serait plus suffisant, à beaucoup près, pour débiter une quantité d'eau analogue à ce que débiterait un orifice latéral plus large.

L'auteur a disposé sur la paroi d'un tonneau un tube en zinc horizontal d'une longueur convenable et de vingt-cinq millimètres de diamètre intérieur. Un autre tube horizontal de même diamètre, bouché à son extrémité la plus éloignée, était successivement disposé sur le même axe à diverses distances du premier. On pouvait d'ailleurs le retourner pour présenter à la veine liquide sortant du tonneau l'extrémité bouchée par un plan. Quand on débouchait subitement le tube à l'intérieur du tonneau, le niveau du liquide baissait dans celui-ci. On mesurait avec une montre à secondes la durée de l'écoulement entre deux points de repère dont l'un était à seize centimètres au-dessus de l'autre. On a pu observer ainsi comment la résistance était modifiée par la distance à laquelle la veine liquide venait frapper un même obstacle, placé successivement à des distances diverses de l'extrémité extérieure du tube sortant du tonneau. Il en résulte qu'il ne suffit pas, à beaucoup près, que la section annulaire de sortie soit égale à la section du tube. Il ne suffit même pas encore que la section annulaire soit double ; mais, dans ce dernier cas, la résistance est déjà très diminuée. Enfin la durée de l'écoulement ne diffère plus que de quelques centièmes de celle de l'écoulement par le tube fixé au tonneau, l'autre tube étant entièrement ôté, quand ce dernier est encore à une distance du premier pour laquelle on observe encore un genre particulier de succion à *contre courant*, sur lequel repose l'appareil à élever l'eau de M. de Caligny, présenté à la Société le 2 novembre 1850, et pour lequel le jury international de l'exposition universelle de 1855 lui a décerné une médaille de première classe.

Cependant la veine liquide ne se dilate pas d'une manière brusque, dès le point où elle quitte le tube pour frapper en divergeant l'obstacle qui lui est offert, à une certaine distance pour laquelle la résistance est très diminuée. Mais on conçoit qu'il est utile que cette veine, avant de rencontrer l'obstacle particulier dont il s'agit puisse se dilater, selon certaines lois qui ne sont pas encore assez connues pour que l'on puisse donner exactement la

forme, analogue à celle d'un pavillon de trompette, que le tube pourrait avoir, si l'on voulait rapprocher l'orifice de sortie de l'obstacle dont il s'agit sur le pourtour duquel la veine doit diverger. Cela justifie jusqu'à un certain point l'espèce de renflement disposé en amont de l'orifice principal de certains béliers hydrauliques mentionnés au commencement de cette note, et pourra servir à lui donner une forme plus parfaite en montrant sur quel principe il doit reposer.

Mais c'est particulièrement au perfectionnement de l'appareil de M. de Caligny, qui a fonctionné à l'exposition universelle, que les observations précédentes sont applicables ; car elles montrent, dit-il, combien il est essentiel qu'un tube vertical mobile qui, dans ce système, est alternativement ramené sur son siége, en vertu d'une espèce particulière de succion à contre courant, puisse s'éloigner alternativement le plus possible de ce siége dans les limites où cette succion se fait suffisamment sentir. L'auteur, en présentant cette remarque, croit pouvoir conclure qu'en donnant au tuyau fixe de cette machine une longueur suffisante et en débitant des quantités d'eau convenables, il obtiendra un effet utile supérieur à celui qu'il a obtenu jusqu'à ce jour ; et que cet effet utile pourra atteindre un chiffre aussi élevé que celui de son moteur hydraulique à flotteur oscillant, reposant aussi sur un mode particulier de succion, mais dont les conditions sont très différentes, le but n'étant pas le même.

Dans la séance du 19 décembre dernier, l'auteur a signalé une propriété de l'appareil, objet de cette note, consistant en ce qu'il peut, dit-il, le transformer en machine pour les épuisements, au moyen des vagues de la mer, en rendant toutes ses pièces fixes. Il entre aujourd'hui dans quelques détails sur ce sujet. Il insiste particulièrement sur la manière d'obtenir une succion, au moyen d'une percussion de la manière la plus directe possible. Cela provient de ce que le mouvement des filets liquides peut occasionner une *non pression* en vertu de la forme des excavations qui peuvent être creusées dans les rochers, et de la forme convenablement disposée des bords à l'intérieur et à l'extérieur de ces excavations, d'où le liquide en mouvement doit sortir, en agissant sur des cours d'eau souterrains ou des tuyaux, par la force centrifuge résultant du mode de courbure des filets, même abstraction faite

de certains phénomènes analogues à ceux de la succion dans les ajutages.

Les observations relatives à ce système, considéré d'abord seulement comme ayant pour but d'élever l'eau au moyen d'une chute d'eau, ne doivent pas être nécessairement sans doute toutes appliquées, dans tous les cas, au même principe considéré comme moyen de faire des épuisements par l'effet de la percussion des vagues de la mer, ou des courants d'eau quelconques frappant des surfaces fixes convenablement disposées pour chaque espèce de courant. L'auteur présente quelques exemples de l'inflexion des filets liquides sur des obstacles dans les courants permanents, et annonce qu'il reviendra prochainement sur ce sujet, espérant d'ailleurs pouvoir appliquer son système à faire des épuisements dans les marais de la Camargue, quoique, en général, les flots de la Méditerranée ne soient pas très élevés près de cette localité.

La puissance des flots, même peu élevés, étant presque indéfinie, on conçoit que le problème consiste à trouver un moyen économique de les employer, tandis que, pour utiliser les chutes d'eau ordinaires, il faut plus particulièrement étudier les conditions qui permettent d'épargner le travail moteur.

Géométrie. *Sur la théorie des roulettes.* — Au nom de M. Mannheim, lieutenant d'artilllerie, M. Catalan a communiqué à la Société la note suivante :

Théorème. « *Lorsqu'une courbe plane A C B roule sur une droite fixe E F, la roulette décrite par un point M, lié à la courbe roulante, a même longueur que la courbe G P H, lieu des projections du point M sur les tangentes à A C B.* »

Corollaires. I. *Le limaçon de Pascal*, lieu des projections d'un point d'une circonférence sur les tangentes à cette courbe, a pour longueur le quadruple du diamètre.

II. La chaînette, engendrée par le foyer d'une parabole qui roule sur une droite, est rectifiable.

III. La spirale logarithmique est rectifiable; car, lorsqu'elle roule sur une droite, son pôle décrit une ligne droite.

IV. Lorsque la développante d'un cercle O roule sur une droite, le centre O décrit une parabole. Par conséquent, le lieu des projections du point O sur les tangentes à la développante est rectifiable.

V. La courbe *élastique*, engendrée par le centre d'un hyperbole équilatère qui roule sur une droite, est rectifiable; car la lemniscate est rectifiable.

VI. La courbe décrite par le foyer d'une ellipse qui roule sur une droite a même longueur que la circonférence décrite sur le grand axe comme diamètre, etc., etc.

Séance du 6 février 1858.

CHIMIE. *Camphène.* —M. Berthelot a fait dans cette séance la communication suivante :

« Les relations qui existent entre l'essence de térébenthine et le composé cristallisé produit par son union avec l'acide chlorhydrique et désigné sous le nom de camphre artificiel ont été l'objet des recherches d'un grand nombre de chimistes. En effet, l'étude de ces relations paraît de nature à jeter quelque jour sur les phénomènes qui se passent dans la combinaison et sur la conservation plus ou moins complète des propriétés des corps générateurs au sein des combinaisons auxquelles ils donnent naissance.

» On sait que le camphre artificiel se produit avec une extrême facilité et que son pouvoir rotatoire correspond presque exactement à celui du carbure d'hydrogène au moyen duquel on le produit : ces faits et quelques autres avaient conduit à penser que le monochlorhydrate cristallisé était constitué par le carbure lui-même, uni à l'hydracide, sans être modifié.

» La formation constante et simultanée d'un chlorhydrate liquide isomérique, alors même que l'on opère avec un carbure homogène et défini par l'identité du pouvoir rotatoire des produits successifs de sa distillation, n'est pas un obstacle à la conclusion qui précède; car j'ai prouvé que le chlorhydrate liquide varie dans sa proportion et dans la valeur de son pouvoir rotatoire, suivant les conditions de l'expérience, ce qui autorise à l'envisager comme produit par une altération moléculaire du carbure générateur.

» Toutefois, les expériences par lesquelles MM. Soubeiran et Capitaine ont cherché à dégager le carbure uni à l'acide chlorhydrique dans le camphre artificiel n'ont pas confirmé les inductions relatives à la nature de ce carbure d'hydrogène. En effet, le carbure qu'ils ont obtenu en décomposant le camphre artificiel par la chaux est liquide (1) comme l'essence de térébenthine et iso-

(1) M. Oppermann avait obtenu dans cette même réaction un carbure fusible à 10°.

mérique avec elle ; mais il est privé du pouvoir rotatoire, ce qui l'en distingue d'une manière complète. Traité par l'acide chlorhydrique, il forme de nouveau et simultanément deux chlorhydrates isomères, tous deux privés du pouvoir rotatoire, l'un cristallisé et analogue au camphre artificiel, l'autre liquide. Ce carbure d'hydrogène n'est donc pas identique avec l'essence de térébenthine, et l'absence du pouvoir rotatoire ne permet pas d'admettre sa préexistence dans le camphre artificiel.

» Ainsi, le carbure d'hydrogène qui constitue l'essence de térébenthine, en traversant la combinaison, semble passer par une série successive de modifications isomériques, sans pouvoir être ramené soit au point de départ, soit du moins à quelque état fixe et déterminé propre à servir de base aux spéculations moléculaires.

» C'est cet état fixe que j'ai réussi à obtenir à la suite de mes recherches sur les états isomériques de l'essence de térébenthine.

» D'après ces recherches, l'essence de térébenthine et la plupart des carbures isomères sont modifiés soit quand on les chauffe isolément au-dessus de 250°, soit surtout quand on les porte jusqu'à cette température avec le contact du chlorure de calcium ou d'autres chlorures terreux ou métalliques. — Or, ces deux conditions défavorables se trouvent réalisées dans la décomposition par la chaux du monochlorhydrate cristallisé d'essence de térébenthine. Pour les prévenir, il semble nécessaire d'opérer cette décomposition à une température inférieure ou tout au plus égale à 250°, et au moyen de la potasse ou de la soude qui n'altèrent sensiblement l'essence, ni par elles-mêmes ni par les chlorures auxquels elles donnent naissance. Mais la potasse et la soude, chauffées en vase clos avec le camphre artificiel à une température voisine de 250°, ne l'attaquent que très imparfaitement, en raison de l'absence de dissolution réciproque. Les dissolvants communs généralement usités, tels que l'alcool et les corps analogues, ne sauraient être employés, car la potasse et la soude les décomposent au-dessus de 200° avec dégagement d'hydrogène.

» J'ai pensé que cette difficulté pourrait être tournée en employant comme dissolvant commun de l'alcali et du camphre artificiel un acide organique, c'est-à-dire en employant un sel de potasse ou de soude convenablement choisi. L'acétate de soude qui se présente tout d'abord ne peut être mis en œuvre ; car l'acide acétique modifie isomériquement l'essence dès la température de 100°, mais

on peut recourir soit au benzoate de potasse, soit aux sels de soude formés par les acides gras, c'est-à-dire au savon desséché. On obtient ainsi un carbure cristallisé, tout-à-fait analogue par ses propriétés au camphre artificiel dont il dérive, doué du pouvoir rotatoire et susceptible de s'unir de nouveau à l'acide chlorhydrique en ne donnant naissance qu'à un composé unique et défini, le camphre artificiel dont il dérive. Voici comment on opère : on chauffe le camphre artificiel avec 8 à 10 fois son poids de savon sec ou bien avec 2 fois son poids de benzoate de potasse dans des tubes scellés à la lampe, à une température comprise entre 240° et 250° et soutenue pendant 30 à 40 heures au moins. Après refroidissement, on brise les tubes et on introduit le contenu de consistance gélatineuse dans une cornue tubulée ; on distille jusqu'à ce que l'apparition de vapeurs blanches annonce que la substance grasse est sur le point de se décomposer. On redistille le produit volatil; on met à part les premières gouttes qui distillent vers 160°, et on recueille séparément ce qui passe ensuite jusque vers 180°. Ce produit se prend en une masse cristalline, soit immédiatement, soit au bout de quelques heures. On égoutte cette masse et on la comprime fortement entre des feuilles de papier buvard jusqu'à ce que le papier cesse d'être humecté. C'est le carbure d'hydrogène cherché, le véritable *camphène*.

Le camphène renferme $C = 87,8$; la formule $C^{20}H^{16}$ exige $C = 88,2$

$H = 11,9$ $\qquad$ $H = 11,8$

$\overline{99,7}$

Il est solide, cristallisé, doué d'un aspect et de propriétés physiques tellement analogues à celles du camphre que de prime abord il serait impossible de l'en distinguer ; son odeur est analogue, mais beaucoup plus faible, souvent masquée par des traces de produits odorants développés durant sa préparation. Il fond à 45° et bout vers 160°; il se sublime à la manière du camphre dans les vases qui le renferment. Il dévie à gauche le plan de polarisation, mais dans une proportion beaucoup plus forte que l'essence de térébenthine, car son pouvoir rotatoire, déduit d'observations faites avec la solution du carbure dans 3 fois son poids d'alcool absolu, a été trouvé $[\alpha]r = -49°,1$. Celui du carbure principal défini que j'ai isolé de l'essence de térébenthine du pin maritime, correspondante au camphène, est égal à $-32°,3$.

»On remarquera que le pouvoir rotatoire du camphène ne présente aucune relation simple avec celui du chlorhydrate dont il dérive; la relation que l'on avait cru remarquer entre le pouvoir de ce dernier composé et celui de l'essence est donc accidentelle. Du reste, un tel rapport ne se retrouve ni entre le pouvoir de l'essence du pin austral et celui de son chlorhydrate cristallin, tous deux lévogyres, ni entre ceux de l'isotérébenthine et de son chlorhydrate cristallisé, tous deux dextrogyres (1).

» Le camphène est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool ordinaire, très soluble dans l'éther et dans l'alcool absolu. Abandonné au contact de l'air pendant 4 ans, il paraît n'éprouver aucune altération et conserve ses propriétés, son aspect et son point de fusion normal. Légèrement chauffé il absorbe le gaz iodhydrique et forme un composé liquide, lequel ne renferme probablement qu'un carbure modifié.

» Le camphène agité avec de l'acide sulfurique concentré s'y délaye peu à peu avec une légère coloration jaunâtre ; bientôt surnagent quelques gouttelettes huileuses. Si l'on ajoute de l'eau au mélange, ou bien si on le broie directement avec du carbonate de baryte, l'odeur du térébène produit de modification moléculaire se développe aussitôt; il ne se forme pas de sel de baryte conjugué stable, mais on observe quelques indices de son existence éphémère.

» L'acide azotique résinifie le camphène, aussi bien qu'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse; mais l'attaque du camphène par ces agents est plus lente et plus régulière que celle de l'essence de térébenthine.

» Si l'on considère les grandes analogies physiques qui existent entre le camphène et le camphre ordinaire, on peut concevoir quelque espérance de changer le camphène en camphre par une oxydation ménagée : je poursuis ces expériences.

» Le camphène se combine directement avec l'acide chlorhydrique à la température ordinaire et régénère le camphre artificiel; 0gr,261 de camphre chauffés légèrement dans une petite cloche remplie de gaz chlorhydrique ont absorbé dans l'espace de quelques heures un volume de ce gaz pesant 0gr,0683 , c'est-à-dire

(1) Il est probable qu'il existe plusieurs variétés de camphène correspondantes à la multiplicité des camphres artificiels que je viens de rappeler.

26,2 p. 100. La formule $C^{20}H^{16}HCl$ répond à une absorption de 26, 8 centièmes.

» Le camphène dissous dans l'alcool puis saturé de gaz chlorhydrique se change entièrement en camphre artificiel, sans produire de combinaison liquide : ce caractère l'éloigne tout à fait de l'essence de térébenthine, laquelle forme dans ces conditions un chlorhydrate sesquicarburé, $3C^{10}H^{8},2HCl$, combinaison de bichlorhydrate cristallisé, $C^{20}H^{16},2HCl$, et de monochlorhydrate liquide, $C^{20}H^{16}HCl$. J'observerai que le camphène ne préexiste pas à l'état de simple mélange dans l'essence de térébenthine, dont l'acide chlorhydrique le séparerait sous forme cristalline en entrant en combinaison; car le pouvoir rotatoire du camphène est égal à 49°, celui du carbure principal défini contenu dans l'essence de térébenthine à 32°; et celui de l'essence brute très voisin de ce dernier nombre. La proportion du camphène mélangé avec le carbure principal ne pouvait donc être que très faible ; or 100 parties d'essence peuvent fournir jusquà 110 parties de monochlorhydrate solide, ce qui répond aux 86 centièmes du poids de l'essence. Cette dernière proportion indique même que l'on ne saurait considérer le carbure principal comme formé par l'union intime du camphène apte à former un chlorhydrate solide avec un carbure isomère apte à former un chlorhydrate liquide ; car le rapport entre ces deux carbures devrait être au moins celui de 86 : 14=6 : 1, relation trop compliquée pour être probable.

» L'action de l'acide chlorhydrique sur une solution alcoolique de camphène est également contraire aux hypothèses précédentes.

» La transformation complète du camphène en monochlorhydrate solide ou camphre artificiel achève d'établir que le carbure est bien réellement la base de ce chlorhydrate : l'analyse et la synthèse concourent à une telle conclusion. Elle est appuyée d'une manière remarquable par la conservation du pouvoir rotatoire et par l'extrême analogie de propriétés physiques qui existe entre le chlorhydrate et le carbure d'hydrogène correspondant, et qui semble indiquer la permanence du groupement moléculaire du carbure au sein même de sa combinaison. »

— M. Berthelot a fait ensuite une autre communication relative à l'*action d'une dissolution alcoolique de potasse sur divers composés chlorés.*

L'action d'une dissolution alcoolique de potasse sur les compo-

sés chlorés a été jusqu'à ces derniers temps assimilée en principe à l'action d'une dissolution aqueuse de potasse, et les avantages que présente l'emploi du premier liquide ont été attribués uniquement au contact simultané de la potasse et du composé chloré au sein d'un même menstrue. Dans ces conditions favorables, le composé chloré peut perdre plus aisément tout ou partie de son chlore sous forme de chlore,

$$C^4H^4Cl^2 + KO = C^4H^3Cl + KCl + HO$$

ou même l'échanger contre de l'oxygène :

$$C^2HCl^3 + 4KO = C^2HO^3,KO + 4KCl.$$

mais l'alcool ne semble pas intervenir.

« Il n'en est pas toujours ainsi, dit M. Berthelot, et dans un grand nombre de circonstances, on peut reconnaître que l'alcool lui-même entre en réaction : tantôt il se combine à l'état naissant, tantôt il éprouve une décomposition complète.

» J'ai établi ce rôle de l'alcool en montrant que la transformation de l'éther bromhydrique en éther ordinaire, sous l'influence d'une solution alcoolique de potasse, n'est pas due à un simple échange du brome contre l'oxygène : $C^4H^5Br + KO = C^4H^5O + KBr$, mais à l'intervention chimique de l'alcool : en effet, le poids d'éther ordinaire formé est double de la proportion indiquée par l'équation précédente, et si l'on remplace l'alcool par la glycérine ou par la mannite on obtient des combinaisons particulières.

» En étudiant l'action d'une dissolution alcoolique de potasse sur divers composés perchlorurés, j'ai observé quelques phénomènes, dans lesquels l'intervention de l'alcool se manifeste d'une manière encore plus tranchée : car ce corps chauffé à 100° avec de la potasse et ces composés perchlorurés fournit du gaz oléfiant.

» Ainsi, par exemple, si l'on chauffe à 100° pendant une semaine, dans des tubes fermés à la lampe, un mélange de potasse, d'alcool absolu et de perchlorure de carbone, C^2Cl^4, ou de chloroforme, C^2HCl^3, on obtient une certaine proportion de gaz oléfiant pur.

» Le dernier fait s'accorde avec une expérience de M. Hermann d'après laquelle le bromoforme décomposé par une dissolution alcoolique de potasse a fourni un mélange de gaz oléfiant et d'oxyde de carbone (*Ann. der Ch. und Pharm.*, XCV, 211, 1855). Seulement dans les conditions où je me trouvais, je n'ai pu observer la formation de l'oxyde de carbone, parce que sous

l'influence du temps, ce gaz est absorbé à 100° et changé en formiate par une dissolution aqueuse où alcoolique de potasse.

» La décomposition de l'alcool sous l'influence de la potasse et du composé chloré à une température aussi basse que 100° et la production du gaz oléfiant dans ces conditions est extrêmement curieuse. Elle n'est pas due à l'action directe de la potasse sur l'alcool, car ces deux corps peuvent être chauffés ensemble, même à 200°, pendant plusieurs heures, sans éprouver d'action réciproque. On pourrait peut-être rattacher cette production de gaz oléfiant au défaut de stabilité de certaines combinaisons doubles qui tendraient à se former entre l'alcool et les produits oxygénés dérivés du corps chloré par substitution ; mais je ne vois pas comment cette explication s'appliquerait aux faits suivants :

» Si l'on chauffe à 100° pendant une semaine une solution alcoolique de potasse avec du sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, ou avec du protochlorure, C^4Cl^4, il se forme un mélange de gaz oléfiant, C^4H^4, et d'hydrogène.

» La production de ces deux gaz, celle du dernier surtout, atteste le jeu de décompositions plus profondes et plus compliquées qu'on n'eut été porté à le croire, dans la réaction d'un corps chloré sur une solution alcoolique de potasse. Ces décompositions sont encore attestées par d'autres phénomènes.

» En effet, dans ces conditions, non-seulement le chlorure de carbone, C^2Cl^4, produit de l'acide carbonique, C^2O^4 ·

» Le chloroforme C^2HCl^3, de l'acide formique C^2HO^3,HO;

» Le sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, de l'acide oxalique, $C^4O^6,2HO$ (1).

» C'est-à-dire les produits simples et stables de la substitution du chlore par l'oxygène; mais en même temps prennent naissance divers liquides et surtout des substances insolubles, de nature humoïde, analogues à celles qui se forment dans la réaction des alcalis sur le glucose (2). Ces matières paraissent résulter de l'action à l'état naissant exercé par l'alcali sur les principes

(1) Le protochlorure de carbone, C^4Cl^4, à fourni également de l'acide oxalique.

(2) Epuisée par l'eau et par l'acide chlorhydrique dilué, puis séchée dans le vide, la matière fournie par le perchlorure de carbone, C^2Cl^4, renfermait : C=52,2 ; H=4,8 ; Cl=12. 2 ; cendres=6,8 ; celle fournie par le sesquichlorure de carbone, C^4Cl^6, renfermait : C=38,5 ; H=5,5 ; Cl=4,0 ; cendres=21,7.

Extrait de *l'Institut*, 1re section, 1858.

très oxygénés et analogues la glycérine et aux matières sucrées qui tendent à se former, en vertu de cette même substitution du chlore par l'oxygène. »

Séance du 20 février 1858.

CHIMIE. *Recherche et dosage de l'acide phosphorique.* — Voici le résumé d'une communication de MM. Damour et Henri Sainte-Claire Deville.

Le dosage de l'acide phosphorique dans ses combinaisons exerce depuis longtemps la sagacité des chimistes : on sait que la présence de cet acide échappe souvent aux recherches analytiques ; on sait aussi combien il est difficile de le dégager de certaines substances avec lesquelles il est uni par de fortes affinités. Divers réactifs ont été successivement proposés pour reconnaître et doser les phosphates ; on peut citer notamment : les sels de chaux, de magnésie, de fer, de manganèse, d'urane, de mercure, d'argent, le molybdate d'ammoniaque, etc., etc.

« Aux méthodes déjà connues et qui suivant les cas peuvent présenter des avantages réels, nous venons, disent les auteurs de la communication dont il s'agit ici, en ajouter une nouvelle qui nous paraît de nature à faciliter la recherche de l'acide phosphorique, à le dégager de ses combinaisons les plus stables, et, nous l'espérons aussi, à fournir un moyen de le doser exactement.

» Dans le cours d'un travail que nous avons entrepris en commun sur les propriétés du cérium, du lanthane, du didyme et de leurs composés, nous avons reconnu que les sels de sesquioxyde de cérium pouvaient devenir un réactif commode pour manifester la présence de l'acide phosphorique. Lorsqu'on verse, en effet, du nitrate ou du sulfate acide de sesquioxyde de cérium dans la dissolution nitrique acide d'un phosphate, il se forme assez rapidement un volumineux précipité blanc ou légèrement teinté de jaune qui se dépose et reste insoluble dans la liqueur acide. C'est ainsi qu'en dissolvant dans l'acide nitrique du phosphate de chaux, ou bien du phosphate de fer, du phosphate d'urane, du phosphate d'alumine, et versant ensuite dans cette liqueur acide du nitrate ou du sulfate cérique acide, il se forme un précipité de phosphate cérique, tandis que la chaux, l'oxyde de fer, l'oxyde d'urane, l'alumine, restent en dissolution dans la liqueur acide.

» Cette réaction des sels cériques sur les phosphates s'exerce

de la même manière sur les arseniates, de telle sorte qu'on serait exposé à confondre ces différents composés si l'on n'avait pas déjà des méthodes qui permettent de les distinguer très nettement.

» Nous espérons que le procédé que nous venons d'indiquer pourra trouver un utile emploi dans les recherches de chimie agricole où il est devenu si important de déterminer la présence, et, autant que possible, la proportion des phosphates contenus dans les terres, les amendements et les engrais.

» En dissolvant certains échantillons de fer métallique dans l'acide nitrique, et traitant la dissolution par du nitrate cérique, nous avons obtenu un faible précipité floconneux indiquant ainsi, dans le fer, la présence d'un composé phosphoré.

» Nous nous bornons, pour le moment, à présenter ce simple exposé des réactions des sels cériques sur les phosphates, nous réservant d'entrer dans plus de développements lorsque nou aurons complété nos recher ches sur ce sujet. »

Séance du 27 février 1858.

ANATOMIE COMPARÉE. — La note suivante sur l'encéphale du *Caïnotherium commune*, Brav., a été communiquée dans cette séance par M. Pierre Gratiolet.

« En poursuivant mes recherches sur l'encéphale des animaux mammifères, j'arrivai bientôt à cette conviction qu'on ne pouvait avoir une idée exacte de la forme de leur cerveau que par des empreintes fidèles de la cavité cranienne; je reconnus qu'il était possible d'assigner à l'encéphale des animaux qui composent un groupe naturel une figure définie et caractéristique, qui se modifie toutefois d'une certaine manière dont on trouve le plus souvent la loi en passant des plus grandes espèces aux plus petites; je remarquai enfin que dans ces petites espèces les plis cérébraux laissent sur la boite osseuse des traces profondes, à tel point que chez ces animaux une empreinte intérieure du crâne devient la représentation exacte et complète de leur encéphale et des circonvolutions qui en couvraient la surface. Ainsi, par une circonstance véritablement admirable, l'organe le plus important et le plus délicat de l'économie animale est, du moins dans les Mammifères et les Oiseaux fossiles, celui dont les traces se conservent le mieux, et tandis que nous ne pouvons juger que par analogie des viscères et de la constitution des autres parties molles, il nous est permis

de décrire avec la plus grande certitude les formes caractéristiques de leur cerveau, ce qui donne à l'étude des circonvolutions cérébrales une importance nouvelle que peu de personnes ont soupçonnée. On comprendra d'ailleurs très aisément que la perfection des résultats ayant pour condition l'état de conservation des crânes dont on dispose, il ne dépend de la volonté d'aucun anatomiste de multiplier à point nommé ses recherches et ses expériences, de manière à arriver à un système complet d'observations en un temps déterminé. Ce nouveau desideratum de la mammologie paléontologique ne pouvant donc être comblé par les efforts d'un seul homme, il faut nécessairement faire appel à tous, et pour ne point perdre, en ce qui me concerne, des instants précieux, j'aborde immédiatement la description complète de la configuration extérieure de l'encéphale d'un petit Palchyderme fossile, voisin des Anoplothères. C'est un premier tribut auquel j'ajouterai successivement au fur et à mesure des occasions qui me seront offertes; mais je dois dire avant toutes choses que le travail m'a été rendu facile par la perfection des empreintes véritablement admirables que je dois à l'habileté de M. Sthal, chef de la section de moulage du Muséum.

» L'encéphale du *Caïnotherium commune*, Brav., dont je donne ici un dessin exact, est moins volumineux et surtout beaucoup moins large que celui du Lapin. Sa longueur totale est d'environ 46 millimètres, depuis le point le plus reculé du cervelet médian jusqu'à l'extrémité des lobes olfactifs. Dans cette somme, le diamètre antéro-postérieur du cervelet égale 10 millimètres. La longueur des hémisphères cérébraux est de 30 millimètres. Celle de la partie des lobes olfactifs qui dépasse le cerveau est de 6 millimètres seulement. L'ensemble du cerveau proprement dit est fort allongé eu égard à sa largeur. Cette largeur en effet n'est que de 23 millimètres en arrière; elle diminue à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité antérieure, dont le diamètre transversal est tout au plus de 11 millimètres. Les lobes olfactifs, presque entièrement à découvert, sont moins divergents que dans les petits Ruminants; leur racine est moins étranglée. L'atténuation des lobes antérieurs en avant, bien que fort apparente, est beaucoup moins marquée que dans les petits Chevrotains et dans les plus petites Antilopes, que distingue d'ailleurs une plus grande largeur du cerveau à sa partie postérieure. Le lobule du pli unciforme est

peu saillant, et la racine du lobe olfactif n'est point excavée par la saillie des voûtes orbitaires, comme on le voit dans les petits animaux que nous venons de nommer ici.

» Ainsi, à tous ces égards le *Caïnotherium* diffère absolument des plus petites Antilopes et des Chevrotains, sans en excepter le *Moschus aquaticus,* dont quelques naturalistes ont voulu le rapprocher, mais fort à tort selon nous; et s'il a quelques analogues dans le groupe des Ruminants tel qu'il est aujourd'hui conçu par les zoologistes, il faudra les chercher, non dans la division des *Cerviens*, mais parmi les Caméliens, qui offrent un type d'organisation cérébrale très distinct, et à certains égards semblable à celui des Pachydermes tridactyles, du moins au membre postérieur.

Fig. 1 (1).

» L'étude des circonvolutions exprimera davantage encore ces différences d'une part, et d'autre part ce rapprochement. — L'étage supérieur des circonvolutions, fig. 1 *a, b,* comprend sur chaque hémisphère deux plis longitudinaux à peu de chose près parallèles. Cette disposition est fort différente de celle que présente l'étage supérieur des circonvolutions des Chevrotains qui offre la forme d'un triangle à base large dont le sommet est dirigé en avant. L'étage inférieur, fig. 2. *f*, s'éloigne aussi beaucoup de la forme que présentent les vrais Ruminants. Chez ces derniers, de deux lobules qui le composent, le postérieur l'emporte constamment sur l'antérieur. L'inverse a lieu dans le

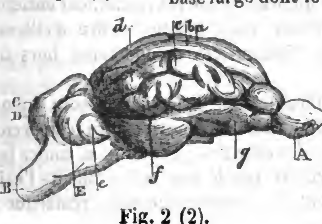


Fig. 2 (2).

(1) Explication des lettres de la figure 1.—*a, b,* plis parallèles de l'étage supérieur. *c, d,* étage moyen. *e,* étage inférieur. A, lobe olfactif. B, bulbe. C, lobe médian du cervelet. D, lobe latéral. E, lobule auriculaire.

(2) Explication des lettres de la figure 2. — A, lobe olfactif. B, bulbe. C, D, cervelet médian. E, cervelet latéral. *e*, lobule auriculaire. *a*, *b,* plis parallèles de l'étage supérieur. *c, d,* étage intermédiaire. *f,* lobule postérieur de l'étage inférieur. *g,* racine du lobe olfactif.

Caïnotherium, ce qui le rend à la fois semblable aux Caméliens et aux Pachydermes à doigts pairs qui composent le grand genre *Sus* de Linné ; mais l'existence de l'étage intermédiaire *d* le sépare clairement de ces derniers, pour le rapprocher au contraire des Chameaux.

» L'examen du cervelet considéré en général fournit des caractères non moins précis. — Dans tous les vrais Ruminants, et notamment dans les plus petits du groupe, le cervelet a une forme caractéristique fort aisée à définir. Le corps du lobe médian est très court d'avant en arrière et fort élevé. Sa direction est presque horizontale. Son vermis au contraire est vertical et deux fois plus long. Les vermis latéraux sont enroulés d'une manière assez compliquée, surtout dans les grandes espèces, mais ne présentent aucune trace du lobule auriculaire. — Le cervelet du *Caïnotherium* offrait une forme très différente ; en effet, la portion horizontale du cervelet médian est, dans l'empreinte que nous étudions ici, deux fois aussi longue que sa portion verticale, et se recourbant en avant s'enfonce sous le bord postérieur des hémisphères cérébraux. Le vermis est régulier et présente des indices de plis assez nombreux. Les lobes latéraux, fig. 2. E, et fig. 1. D, forment deux masses symétriques très simples et présentent un petit lobule auriculaire, fig. 1. E, et fig. 2. *e* ; cette configuration n'a évidemment aucun rapport avec celle que présente le cervelet des plus petits Ruminants vrais, tels que le *Moschus javanicus* par exemple. — Les tubercules quadrijumeaux étaient évidemment entièrement recouverts par le cerveau, règle qui ne souffre d'ailleurs aucune exception parmi les Mammifères monodelphes hors de l'état fœtal.

» Cette observation confirme l'idée que j'ai ailleurs énoncée, savoir que, dans les groupes de Mammifères qui comprennent à l'état vivant ou fossile des animaux gigantesques, toutes les espèces ont des circonvolutions, quelle que soit d'ailleurs l'exiguité de leur taille. On peut faire encore une autre remarque : si un grand groupe naturel comprend plusieurs familles, dont les unes contiennent des espèces gigantesques, les autres n'en présentant au contraire que de fort petites, les animaux pygmées des premières familles, parents si je puis ainsi dire d'espèces géantes, ont, quel que soit d'ailleurs le degré de leur petitesse, des circonvolutions plus compliquées que certains animaux beaucoup plus

grands en réalité, mais qui appartiennent à d'autres familles dont le type n'a jamais présenté que des réalisations médiocres. C'est ainsi que le *Moschus moschiferus* (Linn.), le géant du groupe des Chevrotains, a beaucoup moins de circonvolutions que le Quevey (*Antilope pygmæa*, Pall.) qui lui est très inférieur par la taille, mais qui est une Antilope. Je suis convaincu que l'étude de l'encéphale d'un animal encore plus petit (l'*Antilope spinigera*, Temm.) confirmera cette règle, que tous les faits qu'il m'a été permis d'étudier suffisamment confirment. »

Séance du 20 *mars* 1858.

MINÉRALOGIE OPTIQUE. *Propriétés optiques biréfringentes des corps cristallisés.*—M. Descloizeaux avait communiqué l'année dernière à la Société l'extrait d'un premier travail sur les propriétés optiques biréfringentes des corps cristallisés ; dans une seconde communication faite aujourd'hui, il expose les nouveaux résultats auxquels il est parvenu en continuant ses recherches et en les étendant à un assez grand nombre de cristaux naturels ou artificiels. Dans l'extrait qui suit, l'auteur se contente de donner la valeur des indices qu'il a pu mesurer, et de présenter quelques remarques sur les corps pour lesquels la détermination incomplète ou inexacte de la forme cristalline a été complétée et corrigée par l'examen des propriétés optiques biréfringentes.

Parmi les corps biréfringents à un axe positif, M. D. n'en a trouvé que deux dont il ait pu déterminer les indices.

Le premier est le sulfate de lanthane en petites aiguilles incolores décrites par M. Marignac comme se rapportant à un prisme rhomboïdal droit voisin de 120°. La forme doit en réalité être considérée comme hexagonale ; ses indices ordinaire et extraordinaire sont : $\omega=1,564$; $\varepsilon=1,569$ pour les rayons rouges.

Le second est la schéelite en petits cristaux transparents de Traversella et de Framont. Les indices sont : $\omega=1,918$ à 1,919 ; $\varepsilon=1,934$ à 1,935 pour les rayons rouges.

Parmi les corps à un axe négatif, voici ceux dont M. D. a déterminé les indices ou seulement le signe de la double réfraction.

1° Mimetèse : $\omega=1,474$; $\varepsilon=1,465$ pour les rayons rouges. Cristaux d'un jaune pâle en prismes hexagonaux.

2° Hédyphane, arséniate de plomb. Cristaux blancs. $\omega=1,467$; $\epsilon=1,463$ pour les rayons rouges.

3° Arséniate de potasse en petits cristaux prismatiques carrés, parfaitement purs et transparents. $\omega=1,564$; $\epsilon=1,515$ pour les rayons rouges.

4° Bromate de didyme; Marignac : prisme hexagonal régulier.

5° Saphir d'un bleu pâle. $\omega=1,7676$ à $1,7682$; $\epsilon=1,7594$ à $1,7598$ pour les rayons rouges.

6° Rubis d'un beau rouge. $\omega=1,7674$; $\epsilon=1,7592$. — On voit que les indices du rubis sont très peu différents de ceux du saphir.

7° Wulfénite, plomb molybdaté. $\omega=2,402$; $\epsilon=2,304$ pour les rayons rouges. Ce minéral est une des substances assez rares dont les indices sont supérieurs à 2.

8° Tartrate d'antimoine et de strontiane cristallisé à chaud; Marignac. Prisme hexagonal régulier. $\omega=1,6827$; $\epsilon=1,5874$ pour les rayons rouges.

J'avais espéré, dit l'auteur, rencontrer dans ces cristaux, comme dans le sulfate de strychnine octaédrique, la polarisation rotatoire; malheureusement il n'en est pas ainsi; cela tient sans doute à ce que cette propriété y est peu développée et qu'elle y est même annulée par suite d'irrégularités analogues à celles du béryl, qui, dans certaines positions, donnent au cristal l'apparence d'une substance à deux axes.

Les cristaux à deux axes dont M. D. a déterminé le sens de la double réfraction ou les indices sont les suivants :

Cristaux positifs.

1° Calamine en petits cristaux de la Vieille-Montagne. $\alpha=1,635$; $\beta=1,618$; $\gamma=1,615$ pour les rayons jaunes; d'où l'on conclut : $2V=45°57'$; $2E=78°20'$. On a trouvé directement : $2E=79°30'$ environ.

2° Diopside très pur. $\alpha=1,7026$; $\beta=1,6798$; $\gamma=1,6727$ pour les rayons jaunes. On en conclut $2V=58°59'$; $2E=111°34'$. On a trouvé directement $2E=111°25'$.

3° Amphibole. Prisme rhomboïdal oblique de $124°30'$. $ph^1=104°58'$. Plan des axes parallèles à g^1. Bissectrice faisant un angle d'environ 75° avec une normale à h^1 et un angle de $150°2'$ avec une normale à p dans la hornblende. Ces angles paraissent être de 72° environ et de 147° dans la pargassite. L'angle extérieur des

axes dans cette dernière variété est approximativement 2E=100° à 105.

4° Sulfate de strychnine à 12 atomes d'eau. Prisme rhomboïdal oblique de 24°57′; pm=93°44′; ph^1=107°23′, hémièdre. Clivage interrompu suivant la base. Plan des axes parallèle à la diagonale horizontale de la base, faisant un angle de 15°10′ environ avec une normale à la base et un angle de 57°17′ avec une normale à h^1. Bissectrice normale à la diagonale horizontale, faisant un angle d'environ 74°50′ avec la diagonale inclinée. 2E=16°30′ à 17°. γ=1,594 pour les rayons rouges. La dispersion parallèle propre aux cristaux du système prismatique rhomboïdal oblique qui ont le plan de leurs axes parallèle à la diagonale horizontale de la base est des plus marquées; il est donc impossible de considérer la forme de ce sel comme dérivant du prisme rhomboïdal droit, ainsi que l'a fait M. Schabus.

5° Les cristaux de sulfite de soude fraîchement préparés offrent une dispersion très forte pour les axes des différentes couleurs, et ces axes sont beaucoup plus rapprochés que dans les cristaux déjà altérés à l'air. Vers 10° C., le plan des axes rouges est parallèle à g^1; leur bissectrice fait un angle d'environ 22° avec une normale à h^1 et un angle de 108°24′ avec une normale à p. Le plan des axes violets est perpendiculaire au premier ou parallèle à la diagonale horizontale de la base; leur bissectrice coïncide avec la bissectrice des axes rouges. Pour les rayons compris entre le vert et le bleu, les deux axes sont réunis en un seul.

6° Chlorure de cuivre; CuCl+2Aq. Prisme rhomboïdal droit de 94°54′; clivage très facile suivant les faces m et suivant la base p; plan des axes parallèle à la base; bissectrice parallèle à la petite diagonale de la base; β=1,681 pour les rayons rouges.

7° Chlorure de baryum; BaCl+2Aq, isomorphe avec le précédent. Prisme rhomboïdal droit de 92°51′; clivage facile suivant p, assez facile suivant g^1 et h^1. Plan des axes parallèle à la base; bissectrice normale à g^1. α=1,664; β=1,644; γ=1,635 pour les rayons jaunes. On conclut de là : 2V=67°4′; 2E=130°22′. M. Grailich a trouvé 128°6′.

8° Hureaulite. Prisme rhomboïdal oblique de 61°; ph^1= 90°33′. Plan des axes parallèles à la diagonale horizontale de la base; bissectrice faisant un angle d'environ 15° avec une normale

à h^1 et un angle de 74°27′ avec une normale à p. Axes très écartés.

9° Tartrate d'antimoine et de chaux avec azotate de chaux ; $4(CaO\,Sb^2O^3,\ C^8H^4O^{10} + 6Aq) + CaO\,Az^2O^5$, Marignac. Prisme rhomboïdal droit de 123°56′; clivage facile parallèle à g^1. Plan des axes parallèle à g^1; bissectrice normale à la base. $\alpha = 1,6196$; $\beta = 1,5855$; $\gamma = 1,5811$ pour les rayons jaunes; d'où l'on conclut : $2V = 40°11'$; $2E = 66°1'$; M. D. a trouvé directement $2E = 65°30'$ à 66°.

Ce sel a été décrit par M. Rammelsberg comme cristallisant en prisme droit à base carrée, à cause de la presqu'égalité des angles pa^1 et g^1m et de l'hémiédrie habituelle à une des faces.

Les corps négatifs dont M. D. a déterminé les propriétés optiques biréfringentes lui ont surtout été fournis par MM. Damour et Henri Sainte-Claire Deville, dont les recherches sur les composés des oxydes de cérium, de lanthane et de didyme, poursuivies laborieusement depuis plus de deux ans, promettent une série de cristaux des plus intéressants pour la variété de leurs formes et de leurs propriétés optiques. Les principaux sels qui ont été remis par ces deux chimistes à M. Descloizeaux sont les suivants :

Cristaux à un axe négatif.

1° Azotate de lanthane et de magnésie. Rhomboèdre obtus de 109°7′. Double réfraction énergique.

2° Azotate de lanthane et de manganèse. Rhomboèdre obtus de 109°7′, complétement isomorphe avec le précédent. Cristaux légèrement rosés. Double réfraction énergique.

3° Azotate de lanthane et de zinc; complétement isomorphe avec les deux précédents.

Cristaux à deux axes négatifs :

1° Azotate de lanthane et d'ammoniaque cristallisé au milieu de l'acétate de lanthane. Prisme rhomboïdal droit de 98°44′; cristaux incolores très aplatis suivant la base. Plan des axes parallèles à h^1 ; bissectrice normale à la base ; $2E = 62°$ environ.

2° Azotate de lanthane et d'ammoniaque. Prisme rhomboïdal oblique de 82°48′; $pm = 106°$; $ph^1 = 113°$; clivage facile parallèle à la base. Plan des axes parallèle à la diagonale inclinée et à g^1 ; bissectrice faisant un angle d'environ 33° avec une normale à p et un angle de 100° avec une normale à h^1. $2E = 8°$ à 10°. Les axes sont comme on le voit très rapprochés et lorsque leur plan coïncide avec le plan

de polarisation, les deux systèmes d'anneaux se réduisent à une ellipse traversée par une croix noire dont les deux sommets sont notablement dissymétriques.

3e Azotate ammonicocéreux. Prisme rhomboïdal oblique de 82°50′ environ. pm=105°40′; ph^1=113°; isomorphe avec le sel précédent. Plan des axes parallèle à la diagonale horizontale de la base faisant un angle d'environ 33° avec une normale à la base et un angle de 100° avec une normale à h^1; bissectrice normale à la diagonale horizontale, faisant un angle d'environ 123° avec la diagonale inclinée en avant. 2E=26°10′ pour les rayons rouges. Dispersion horizontale indiquant l'obliquité du prisme, aussi notable que dans le sulfate de strychnine à 12 atomes d'eau. Ce sel a le plan de ses axes perpendiculaire à celui du sel précédent; comme ils sont géométriquement isomorphes, leur mélange produira peut-être des phénomènes intéressants à étudier.

4e Sulfate de didyme rose. Prisme rhomboïdal oblique de 41°50′. pm=99°41′; ph^1=118°8′, Marignac. Clivage très facile suivant la base. Plan des axes parallèle à la diagonale horizontale de la base, faisant un angle d'environ 8° avec une normale à p et un angle de 53°52′ avec une normale à h^1. Bissectrice perpendiculaire à la diagonale horizontale et faisant un angle d'environ 82° avec la diagonale inclinée. L'angle apparent des axes dépasse 120°.

5° Sulfate de protoxyde de cérium. $CeOSO^3+3Aq$, Marignac. Prisme rhomboïdal droit de 92°37′. Cristaux ordinairement en octaèdres rhomboïdaux sous les angles de 114°12′, 111°10′ et 103°14′. Plan des axes parallèle à la base. Bissectrice parallèle à la grande diagonale de la base.

6° Sulfate de cérium à chaud; cristaux rosés. Prisme rhomboïdal oblique de 70°35′; pm=95°58; ph^1=100°22′, les cristaux sont presque toujours hémitropes autour de h^1 et offrent l'apparence de prismes rhomboïdaux droits terminés par un sommet tétraèdre. Plan des axes normal à g^1 faisant un angle d'environ 32°45′ avec l'arête $\frac{m}{m}$ et un angle de 67°57′ avec l'arête $\frac{e^1}{e^1}$. Bissectrice normale à g^1.

7° Acétate de lanthane. Prisme doublement oblique; mh^1=130°25′; th^1=141°56′; pm=117°25′; pt=119°10′. Ces cris-

taux s'altérant facilement à l'air, on n'a pu encore déterminer la position de leurs axes optiques.

8° Aiguilles rhombiques accompagnant quelquefois l'azotate double n° 2. Ces aiguilles se rapportent à un prisme rhomboïdal droit de 95°40′ environ dont les dimensions ne sont pas encore parfaitement déterminées. Leur composition et leurs propriétés optiques devront aussi être soumises à un nouvel examen.

9° Azotate de lanthane ; cristaux roses très aplatis ; prisme doublement oblique, $mt=118°30'$; $pm=91°30'$ environ ; $pt=96°35'$. Ce sel demande aussi un nouvel examen pour en déterminer les propriétés optiques. Les cristaux qu'on en a obtenu jusqu'ici sont moins nets que ceux des autres sels de lanthane et de cérium.

MATHÉMATIQUES. — M. Catalan communique les propositions suivantes, relatives à la *théorie des séries* (1).

Théorème I. Soit $f(x)$ une fonction positive et infiniment décroissante, au moins à partir de $x=0$; soit $F(x)$ la fonction primitive de $f(x)$; on aura, en désignant par S_n la somme des n premiers termes de la série $f(1), f(2), f(3), \ldots$:

$$\left.\begin{array}{l} S_n > F(n+1) - F(1), \\ S_n < F(n) - F(0). \end{array}\right\} \text{(A)}$$

Théorème II.

$$\left.\begin{array}{l} S_n > F(n+1) - F(1) + \frac{1}{2}\left[f(1) + f(n),\right], \\ S_n < \frac{1}{2}\left[F(n-1) - F(o) + F(n+1) - F(2)\right] \\ \qquad + \frac{1}{2}\left[f(1) + f(n)\right]. \end{array}\right\} \text{(B)}$$

Théorème III.

$$\left.\begin{array}{l} S_n > F(n-1) - F(1) + \frac{7}{12}f(1) - \frac{1}{12}f(2) + \frac{5}{12}f(n-1) \\ \qquad + \frac{13}{12}f(n), \\ S_n < F(n) - F(2) + \frac{13}{12}f(1) + \frac{5}{12}f(2) - \frac{1}{12}f(n-1) \\ \qquad + \frac{7}{12}f(n). \end{array}\right\} \text{(C)}$$

(1) Quelques-unes de ces propositions sont connues ; mais, comme on les démontrait ordinairement en employant le calcul intégral, il paraissait difficile de les faire entrer dans l'enseignement élémentaire.

Remarques. I. Les formules (A), qui sont les plus simples et les plus évidentes, sont aussi celles qui donnent le moins d'approximation. Le contraire a lieu pour les formules (C). Si l'on désigne par α, β, γ les limites des erreurs qui résultent de l'emploi de ces trois systèmes de formules, on a

$$\alpha = \Big[F(n+1) - F(n) \Big] - \Big[F(1) - F(0) \Big],$$

$$\beta = \frac{1}{2} \Big[F(n+1) - F(n-1) \Big] - \Big[F(1) - \frac{F(0)+F(2)}{2} \Big],$$

$$\gamma = \Big[F(n) - F(n-1) \Big] - \Big[F(2) - (1) \Big]$$

$$+ \frac{1}{2} \Big[f(1) - f(n) \Big] + \frac{1}{2} \Big[f(2) - f(n-1) \Big].$$

II. Si l'on applique les formules (C) à la formation du *deuxième million* de termes de la *série harmonique*, savoir :

$$\frac{1}{1\,000\,001} + \ldots\ldots + \frac{1}{2\,000\,000},$$

l'erreur commise est inférieure à 0, 000 000 001.

III. *Le terme général d'une série ayant pour limite zéro, la somme d'un nombre indéfiniment grand* (1) *de termes peut avoir pour limite zéro, sans que la série soit convergente.*

Séance du 3 avril 1858.

CHIMIE. *États du soufre. Leur préparation. Action de la chaleur.* — M. Berthelot a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante, relative à l'étude détaillée de la préparation des divers états du soufre et à l'action qu'ils éprouvent de la part du temps et de la chaleur, c'est-à-dire à des faits connus d'une manière générale, mais dont l'examen plus approfondi n'est point sans quelque intérêt.

« I. *Soufre insoluble extrait de la fleur de soufre.* — De toutes les variétés de soufre insoluble, c'est la plus facile à obtenir ; elle peut être envisagée comme un type au point de vue de ses propriétés et de ses réactions, car elle se trouve dans un état d'équilibre presque définitif.

» 300 grammes de fleur de soufre sont broyés dans un mortier

(1) *Indéfiniment grand* signifie ici : qui *croît indéfiniment.*

avec 500 à 600 grammes de sulfure de carbone, le tout est introduit dans un ballon d'un litre et placé sur un bain-marie jusqu'à ce que le sulfure entre en ébullition. On enlève le ballon ; on le laisse reposer pendant deux ou trois minutes et on décante sur un filtre sans plis le sulfure de carbone avec la portion de fleur de soufre demeurée en suspension. On répète trois à quatre fois cette série d'opérations dans la même journée, et on termine en jetant tout le soufre avec le liquide qui l'imprègne sur un filtre sans plis. Le lendemain, on détache le soufre resté sur le filtre, on le broie, on l'introduit de nouveau dans le ballon, et on recommence la même série de traitements que le premier jour. Au bout de six jours, le soufre ne cède pour ainsi dire aucune matière soluble au sulfure de carbone ; on le jette sur du papier buvard, et on le laisse se dessécher pendant un jour ou deux ; puis on le replace dans le ballon ; on le mouille avec 100 grammes d'alcool absolu et on fait bouillir le tout au bain-marie pendant un quart d'heure. Cette opération a pour but de transformer en soufre octaédrique, par une action de contact, une portion du soufre insoluble, moins stable que le reste et analogue au soufre insoluble extrait du soufre trempé. Au bout d'un quart d'heure d'ébullition, on décante l'alcool et on jette le soufre sur un filtre sans plis pour l'égoutter. On achève de le dessécher rapidement entre deux feuilles de papier buvard, puis on l'introduit dans un ballon et on recommence à l'épuiser par le sulfure de carbone, en suivant la même marche que ci-dessus. — Cet épuisement est terminé au bout de trois ou quatre jours. On égoutte le soufre, on le sèche en le plaçant sur du papier buvard, puis on l'étend en couche mince entre deux feuilles de papier buvard et on le conserve à l'air libre pendant deux semaines, afin de laisser échapper les liquides volatils dont il est imprégné. Enfin on le sèche dans le vide à côté de l'acide sulfurique et on le conserve dans un flacon bouché à l'émeri.

» 300 grammes de fleur de soufre fournissent par ce procédé 75 à 80 grammes de soufre insoluble.

» Voici quelques précautions qu'il est bon d'observer. — Le sulfure de carbone du commerce, même rectifié, n'est point suffisamment pur pour les épuisements ; car je n'ai point trouvé d'échantilllon tel que 10 grammes évaporés dans une petite capsule ne laissassent aucun résidu : il reste en général quelques traces de soufre mou et visqueux, renfermant des matières étrangères ;

aussi est-il indispensable de redistiller soi-même le sulfure de carbone. — Il faut éviter l'emploi d'un sulfure de carbone contenant de l'hydrogène sulfuré, ce qui arrive parfois, parce que l'hydrogène sulfuré exerce une action nuisible. Enfin le sulfure de carbone doit être anhydre et conservé dans des flacons secs, autrement il s'altère et jaunit.

» Le soufre insoluble doit être très exactement dépouillé d'alcool, car s'il en retient la moindre trace, il se modifie lentement par action de contact et repasse à l'état de soufre cristallisable. Dans une préparation où les traitements définitifs par le sulfure de carbone n'avaient pas été suffisamment prolongés, et malgré l'exposition à l'air libre pendant plusieurs jours, le soufre retenait encore des traces d'alcool presque impondérables : et cependant leur action fut telle que les $\frac{4}{5}$ de soufre se trouvèrent ramenés au bout d'un mois à l'état de soufre cristallisable. Ce fait prouve combien ces phénomènes sont délicats et sous la dépendance de circonstances qui peuvent demeurer inaperçues faute d'une attention suffisante.

» J'ai cherché à déterminer quelle pouvait être l'influence du temps sur la conservation du soufre insoluble extrait de la fleur de soufre. Un échantillon préparé il y a deux ans renferme maintenant 33 centièmes de soufre cristallisable. Il serait intéressant de faire cet examen sur des échantillons plus anciens : malheureusement la découverte du soufre insoluble est trop récente pour le permettre ; mais on peut arriver au même but jusqu'à un certain point en étudiant des fleurs de soufre anciennes. Les résultats sont moins nets que s'ils avaient porté sur le soufre insoluble pur, car il se trouve intimement mélangé dans la fleur de soufre avec du soufre cristallisable : de plus, l'âge de la fleur de soufre repose seulement sur des témoignages, et on ignore à quelles influences il a pu être soumis. Toutefois sa conservation dans des collections présente des garanties qu'il est facile d'apprécier. Divers savants, MM. Bérard (de Montpellier), Stas, Ch. Deville, Guibourt, Béchamp, Brame, Jacquelain, Personne, Riche, de Luca, Péan de Saint-Gilles, Deschamps, Barruel, ont eu l'obligeance de m'adresser des échantillons de soufre d'origine et de date diverses : je les prie de vouloir bien accepter ici l'expression de ma reconnaissance.

» Voici les résultats :

Fleur de soufre récente ; sur 100 parties, soufre insoluble 28

Grésil pris au sommet du monticule qui se forme au-dessous du gueulard (Bérard) (1857)		23
Id.	pris à la base (id.)	24
Id.	pris loin du gueulard (id.)	26
Id.	pris dans l'axe du gueulard près du mur opposé (id.)	30
Fleur de soufre datant de plus de 7 ans (Riche)		23
Id.	id. 10 ans (Péan de St-Gilles)	27
Id.	id. 10 ans	24
Id.	id. 12 ans (Brame)	16
Id.	de 7 à 14 ans (Ch. Deville)	16
Id.	15 ans (Barruel)	23
Id.	20 à 25 ans (Jacquelain)	22
Id.	18 ans (Deschamps)	17
Id.	16 ans (Stas)	12
Id.	30 ans (de Luca)	12,5
Id.	38 ans (Stas)	17
Id.	30 à 50 ans (Béchamp)	15

On voit que le sens général de ces résultats indique une diminution progressive de la proportion du soufre insoluble contenu dans la fleur de soufre, sous l'influence du temps : mais cette diminution est lente.

» II. *Soufre insoluble extrait du soufre trempé.* — Ce soufre se distingue du précédent par sa résistance moindre à l'action de la chaleur et à celle des agents modificateurs. Ainsi il suffit de le faire bouillir avec de l'alcool pendant quelques minutes pour le changer en soufre cristallisable.

» Pour le préparer, on chauffe dans un creuset du soufre en canons jusqu'à ce qu'il soit fondu et ait dépassé la première période de fluidité, puis on le coule en filet très mince dans une terrine d'eau : on recueille les filaments, on les sèche avec du papier buvard et on les broie dans un mortier avec du sulfure de carbone : cette opération se fait péniblement, en raison de l'élasticité du soufre. On introduit le tout dans un ballon et on fait bouillir au bain-marie pendant quelque temps. Le soufre, d'abord élastique, translucide et presque entièrement insoluble, devient opaque et durcit sous le dissolvant. On peut alors le broyer : on fait bouillir de nouveau avec du sulfure de carbone et on jette la masse sur un filtre sans plis. Le lendemain, on reprend le soufre, on le broie avec soin en le mélangeant avec du sulfure de carbone, on le fait bouillir avec ce liquide, on décante sur un filtre ; on

répète cette opération trois ou quatre fois par jour. Chaque soir, on jette la masse sur un filtre sans plis. Le lendemain, on la détache, on la broie avec soin en la mélangeant avec du sulfure de carbone et on recommence. L'épuisement est très lent, et dure plus d'un mois, parce que le soufre demeure mêlé de soufre mou insoluble, lequel durcit progressivement en formant une petite partie de soufre cristallisable. Cette circonstance communique au soufre insoluble extrait du soufre trempé une certaine plasticité que ne possède pas le soufre insoluble de la fleur de soufre. Chaque matin, la masse du premier, qui se trouve sur le filtre, est agglomérée à la manière d'une masse d'argile desséchée, et il est nécessaire de la broyer de nouveau. En la détachant du filtre, il faut se tenir en garde contre son adhérence au papier et rejeter les portions que l'on ne peut détacher sans enlever quelque parcelle du filtre.

» Quand l'épuisement est terminé, on égoutte le soufre sur le papier buvard, on l'abandonne à l'air libre pendant quelques jours et on l'enferme : il n'est guère possible d'obtenir ce soufre dans un état de pureté complète, car il est dans un état de transformation continue ; au bout de quelques jours, il contient déjà du soufre cristallisable. Il renferme d'ailleurs une petite quantité de soufre appartenant à la variété extraite de la fleur et susceptible de résister à l'action modificatrice de l'alcool.

» 300 grammes de soufre trempé ont fourni 80 grammes de ce soufre insoluble.

» Voici deux expériences relatives à l'influence du temps : un échantillon pur, préparé il y a deux ans, contient maintenant 38 centièmes de soufre cristallisable ; un échantillon de soufre trempé, préparé il y a un an, contenait à l'origine 20 centièmes de soufre insoluble ; il n'en renferme plus que 10 centièmes.

» III. *Soufre octaédrique.* — La préparation du soufre octaédrique au moyen du sulfure de carbone est bien connue ; mais je crois utile d'appeler l'attention sur la circonstance suivante : extrait du soufre en canon, il retient des traces de soufre mou susceptible de devenir insoluble ; 3 ou 4 cristallisations, au moins, sont nécessaires pour l'obtenir pur.

» IV. *Soufre amorphe des hyposulfites.* — Ce soufre peut affecter 4 états différents successifs : l'état liquide et soluble dans le sulfure de carbone ; l'état liquide et insoluble dans le même dissolvant ; l'état pâteux et insoluble ; enfin l'état solide et inso-

luble. — Quel que soit son état, c'est la moins stable de toutes les variétés, car une température de 100° le transforme presque immédiatement, aussi bien que la plupart des actions que l'on peut exercer sur lui. Il se distingue très nettement du soufre du chlorure, lequel affecte les mêmes états avec une stabilité beaucoup plus grande.

» L'expérience suivante suffit pour caractériser la préparation du soufre des hyposulfites :

» 700 grammes d'hyposulfite de soude ont été dissous dans 2 ½ litres d'eau, et on a versé la liqueur froide dans un litre d'acide chlorhydrique pur et fumant. 4 heures après, on a aggloméré les flocons de soufre avec une baguette et décanté le liquide aqueux encore trouble. On a lavé légèrement la masse molle de soufre précipité, et on l'a broyée avec du sulfure de carbone.

» Une portion est demeurée insoluble ; elle pesait 43gr,5 ; une autre portion s'est dissoute, on a évaporé immédiatement la dissolution sulfocarbonique, et on a obtenu du soufre huileux ; après refroidissement, on a agité ce dernier à plusieurs reprises avec du sulfure de carbone : la majeure partie est demeurée huileuse et insoluble. Elle pesait 34gr,7. Une portion s'était dissoute ; on a évaporé sa dissolution, laissé refroidir et repris par le sulfure de carbone : une portion est demeurée insoluble à l'état visqueux et opaque ; elle pesait 2gr,3. On a réitéré encore deux fois ces évaporations, traitements, etc., et obtenu 0,9 de soufre insoluble, et 3gr,7 de soufre en partie mou, en partie cristallisable. Toute cette série d'opérations, effectuées aussi rapidement que possible, a duré une heure et demie. Elle a fourni sous forme insoluble la majeure partie du soufre des hyposulfites, comme le prouvent les nombres cités plus haut, et cela malgré l'intervention de la chaleur nécessaire pour chasser le dissolvant.

» Mais ce soufre est loin de se trouver dans un état définitif. En effet voici ce que les soufres de l'opération précédente sont devenus.

» La portion primitivement insoluble n'est pas du soufre pur, mais un mélange de soufre, d'eau et de matière fixe montant à 7 centièmes et formé surtout par du chlorure de sodium. — Le lendemain, le soufre qu'elle renferme, traité par le sulfure de carbone, lui a cédé les 26 centièmes de son poids, sur lesquels 19 sont devenus insolubles par refroidissement, ce qui réduit à 7

centièmes le soufre cristallisable régénéré dans cet intervalle de temps. — On a traité la masse par l'eau froide pour enlever les matières salines, puis on l'a épuisée par le sulfure de carbone. — Le lendemain, une portion notable était redevenue soluble, et au bout de 5 jours la totalité de ce soufre ou sensiblement s'est trouvée changée en soufre cristallisable, en même temps toute sa masse a blanchi.

» Le soufre huileux insoluble, au bout de 24 heures, est devenu solide. Il a cédé alors au sulfure de carbone 43 centièmes de soufre soluble, dont 3 centièmes sont redevenus insolubles par le fait de l'évaporation ; les autres 40 centièmes étaient déjà transformés, en soufre cristallisable. On a épuisé le soufre insoluble par le sulfure de carbone; mais le lendemain une portion était déjà devenue soluble. Au bout d'une semaine, ce soufre, malgré la formation d'un peu d'hydrogène sulfuré dû à la présence d'une trace de matière étrangère, est jaune et renferme encore un tiers de soufre insoluble.

» Enfin les 3gr,7 demeurés solubles le premier jour, ont fourni le second jour 0,7 de soufre insoluble et 3,0 de soufre octaédrique.

» Ces faits, joints à ceux que j'ai publiés il y a un an sur la transformation du soufre mou des hyposulfites en soufre cristallisable au sein de sa dissolution sulfocarbonique, définissent les conditions de la formation du soufre insoluble des hyposulfites. Ils montrent que ce soufre doit être isolé et étudié immédiatement.

» Du reste sa transformation sous l'influence du temps, bien que démontrée par les faits précédents, n'est pas aussi complète qu'on pourrait le croire : en effet des échantillons de ce soufre, conservés à l'état brut et tout imprégnés de chlorure de sodium, renfermaient encore au bout d'un an, l'un 6 centièmes, un autre 25 et un dernier jusqu'à 64 centièmes de soufre insoluble.

» V. *Soufre amorphe extrait du chlorure de soufre.* — Ce soufre peut affecter trois états successifs : l'état liquide et soluble dans le sulfure de carbone; l'état mou et insoluble, et l'état solide et insoluble. Sous ces trois états, il est beaucoup plus stable que le soufre trempé, lequel est plus stable que le soufre des hyposulfites, ces divers soufres étant comparés dans des états correspondants.

» Les conditions de la préparation du soufre insoluble extrait du chlorure de soufre sont définies par l'expérience suivante :

» 1 500 grammes de chlorure de soufre du commerce, d'une



composition intermédiaire entre le protochlorure et le perchlorure, ont été distribués dans 8 flacons de deux litres et demi chaque, à large ouverture. On a rempli les flacons d'eau ordinaire et on a agité vivement. La température ambiante était voisine de 0°. Deux fois par jour on renouvelle l'eau et l'on agite fréquemment. Au bout de 12 jours, les flacons renferment du soufre, en partie dur, en partie mou et visqueux, contenant un peu de chlorure non décomposé et d'acide sulfureux. Les dernières eaux de lavage présentent une odeur excessivement faible d'hydrogène sulfuré.

» On détache le soufre, on l'égoutte sur du papier buvard, on le pèse : son poids s'élève à 440 grammes. Puis on le broie avec du sulfure de carbone dans un mortier, et on fait bouillir le tout dans un ballon chauffé au bain-marie : il se forme ainsi un mélange émulsif entre le sulfure de carbone et le soufre encore humide : on jette le tout sur un filtre sans plis. La filtration est très lente et fournit un liquide orangé. Le lendemain, le soufre est égoutté ; on le détache des filtres et on répète la même série d'opérations les jours suivants. Bientôt le soufre devient tout à fait dur, et il s'en sépare quelques gouttelettes d'eau que l'on enlève avec soin. Chaque fois que l'on détache le soufre des filtres, il faut éviter de détacher avec lui le papier auquel il est adhérent, et perdre de préférence une portion du soufre en rejetant le filtre.— Au bout de 6 jours, le soufre est devenu plus cohérent et plus solide, il cesse de former une émulsion avec le sulfure de carbone. Il ne renferme plus que 2 ou 3 centièmes de soufre soluble, comme on peut le vérifier en opérant sur un échantillon pesé de quelques décigrammes. Avant de continuer le traitement, on réunit à ce soufre la portion insoluble fournie par la transformation du soufre tout d'abord dissous par les eaux mères. En effet, la première eau mère, abandonnée pendant 24 heures dans un flacon, a déposé spontanément 12 grammes de soufre insoluble ; la 2e et la 3e eau mère en ont fourni une petite quantité ; enfin, les 6 premières eaux mères évaporées au bain-marie ont fourni 155 grammes de soufre liquide, susceptible de se redissoudre dans le sulfure de carbone au moment où il vient d'être isolé. Ce soufre retient un peu de chlorure de soufre. Abandonné pendant deux ou trois jours sous une couche d'eau, il durcit et se change en partie en soufre insoluble, sans que son poids change de plus d'un centième. On l'a traité par le sulfure de carbone, de la même manière que

la masse primitive. Au bout de 3 traitements, il était presque épuisé, et avait fourni 110 grammes de soufre insoluble et 43 gr. de soufre liquide soluble. On a réuni le soufre insoluble à la masse primitive et on a continué à traiter par le sulfure de carbone, en opérant de la manière suivante :—On broie le soufre avec du sulfure de carbone, on introduit le tout dans un ballon, on fait bouillir au bain-marie, on laisse déposer et on décante le sulfure surnageant.—A la fin de la journée, on jette toute la masse sur un filtre sans plis pour l'égoutter complétement. Le lendemain, on la trouve agglomérée, en raison de la plasticité que lui communique la présence du soufre mou insoluble. Ce soufre mou retarde beaucoup les traitements, en raison de la lenteur avec laquelle il arrive à son état de cohésion définitive, en fournissant du soufre solide insoluble et du soufre mou soluble. Au bout de trois mois, l'épuisement n'est pas encore terminé, et surtout le soufre n'a pas encore pris dans toute sa masse sa cohésion définitive : cependant il ne renferme plus que des traces de soufre soluble ou susceptible de le devenir, et des traces presque impondérables de chlorure de soufre retenu. On le délaie alors dans 8 à 10 fois son poids de sulfure de carbone et on laisse digérer pendant 8 jours; on jette sur un filtre, et le soufre égoutté, puis exposé à l'air libre pendant une semaine, peut être conservé. Cependant il ne faut pas oublier que le soufre insoluble du chlorure ne possède ses propriétés tout à fait normales que quand il a été conservé pendant quelques mois et épuisé de nouveau après ce laps de temps.

» Dans l'expérience précédente, on a cherché à déterminer la proportion de soufre octaédrique formé durant les traitements. Pour atteindre ce but, il suffit d'évaporer à mesure les eaux mères successives depuis la 6e, et de réunir les résidus qu'elles laissent aux 43 grammes de soufre soluble extraits du soufre des premières eaux mères.—On abandonne le tout pendant quelques jours sous une couche d'eau, puis on traite par le sulfure de carbone : on obtient ainsi une nouvelle proportion de soufre insoluble et 30 gr. de soufre cristallisable en gros octaèdres. Ces octaèdres sont orangés et imprégnés de soufre mou, dont la présence se manifeste d'une manière assez curieuse. En effet, les octaèdres placés sous l'eau ne tardent pas à se ternir et à devenir opaques : le soufre mou qui les imprègne se change en soufre insoluble en produisant un phénomène de pseudomorphose assez curieux; on croirait voir

des cristaux de soufre changés en soufre insoluble; mais la portion devenue insoluble est très faible Si l'on traite le tout par le sulfure de carbone, celui-ci évaporé fournit des cristaux octaédriques jaune citron, lesquels ne tardent pas à se ternir comme les premiers par suite de la transformation en soufre insoluble des traces de soufre mou qu'ils retiennent encore. Quoi qu'il en soit, on voit que les 440 grammes de soufre brut fournis par le chlorure de soufre ont fourni seulement 30 grammes de soufre cristallisable, le reste étant tout d'abord insoluble ou l'étant devenu; ces 30 grammes représentent 7 centièmes seulement du poids du soufre total. On peut contrôler ce résultat en déterminant la proportion de soufre insoluble fourni : 1° par le soufre brut primitif, et par les dépôts durcis fournis : 2° par les eaux mères successives, depuis la première jusqu'à la dernière; 3° par les eaux mères obtenues en traitant les premiers dépôts par le sulfure de carbone; 4° par les eaux mères obtenues en traitant les dépôts durcis des eaux mères précédentes. On calcule ainsi la proportion du soufre définitivement cristallisable par un procédé indépendant de toute perte de matière durant les expériences : le poids, calculé par cette voie, s'élève à 9 centièmes.

» Bref, le soufre fourni par le chlorure de soufre est presque entièrement insoluble ou susceptible de devenir tel, pourvu qu'on l'isole dans un espace de temps assez court. Quant à la portion cristallisable, on peut admettre qu'elle s'est formée en vertu de la stabilité prépondérante du soufre octaédrique, en partie durant l'évaporation du dissolvant, laquelle n'est complète que par l'influence soutenue d'une température voisine de 100°, et en partie sous l'influence prolongée de la distension au sein d'un dissolvant. Cette dernière influence peut être établie d'une manière directe. A cet effet, on a pris une dissolution sulfocarbonique, renfermant 54 grammes de soufre mou extrait du chlorure et on l'a partagée en deux parties égales. L'une, contenant 27 grammes, a été évaporée immédiatement; le produit, abandonné sous une couche d'eau pendant 24 heures, a durci; on l'a repris par le sulfure de carbone, et la portion soluble a été isolée par évaporation et traitée comme la première. Cette opération réitérée a formé finalement, au bout de quelque jours, 3 grammes de soufre octaédrique. L'autre portion contenant 27 grammes a été abandonnée à elle-même pendant 3 mois. Il s'en est séparé 4 grammes de sou-

fre insoluble, spontanément; au bout de 3 mois, on a soumis la liqueur aux mêmes opérations que ci-dessus et obtenu 12 grammes de soufre octaédrique. Ainsi le soufre mou du chlorure se change spontanément en soufre octaédrique au sein de sa dissolution sulfocarbonique. J'ai établi ailleurs qu'il en est de même du soufre mou des hyposulfites; mais le soufre mou du chlorure se change bien plus lentement et bien moins complétement que le soufre mou des hyposulfites.

» Cette stabilité supérieure du soufre du chlorure se manifeste aussi dans les conditions de formation lente : en effet, j'ai prouvé que la décomposition lente des hyposulfites produit surtout ou même presque exclusivement du soufre octaédrique ; or du soufre provenant de la décomposition spontanée du chlorure sous des influences hygrométriques dans des vases mal bouchés contenait encore, au bout de 7 ans, 50 centièmes de soufre insoluble ; un autre échantillon, 27 centièmes.

» VI. *Action de la chaleur sur les diverses variétés de soufre insoluble.* — J'ai étudié cette action dans deux conditions très distinctes. 1° J'ai maintenu à 100° les diverses variétés de soufre insoluble et déterminé la proportion de soufre insoluble non transformé, au bout de divers intervalles de temps. 2° J'ai maintenu ces mêmes variétés à 111°, c'est-à-dire au voisinage de la température de fusion du soufre octaédrique et examiné les dégagements de chaleur auxquels peut donner lieu la transformation des soufres insolubles en soufre cristallisable.

» 1. Expériences faites à 100°.

100 p. soufre insoluble extrait		Après 5 minutes.	Après 15 minutes.	Après 30 minutes.	Après 1 heure.	Après 2 heures.	Après 5 heures.
du soufre liquide durci des hyposulfites		16	Entièrement transformé.	»	»	»	»
du soufre trempé		71,5	54	20	0,3	»	»
de la fleur	1er échant.	88	60	51	23	11	7,5
	2e échant.	88,5	74,5	»	31	25	14
du chlorure de soufre	1er éch.	63 (ramolli)	36	29	15	13,5	11
	2e éch.	57 (ramolli)	30	27	15	13	11

» Ainsi le soufre des hyposulfites est changé complétement au bout d'un quart-d'heure : c'est le moins stable. Le soufre extrait du soufre trempé ne résiste qu'une heure. Le soufre extrait de la

fleur n'est pas encore complétement changé au bout de 5 heures, et présente une stabilité sensiblement différente selon les échantillons ; le premier avait été préparé selon la méthode décrite plus haut ; le second avait en outre éprouvé l'action des vapeurs d'alcool pendant un mois, circonstance qui avait transformé en soufre cristallisable les $\frac{4}{5}$ de la masse.

» Enfin le soufre extrait du chlorure, au moins aussi stable que celui de la fleur, présente une circonstance curieuse ; sa transformation commence beaucoup plus vite, ce qui me paraît dû à la présence du soufre mou insoluble et non arrivé à sa cohésion définitive dans l'échantillon employé, dont la préparation était récente. Si l'on compare la transformation du soufre du chlorure à la transformation du soufre de la fleur, à partir de la fin du premier quart d'heure seulement, on remarquera que la transformation du premier soufre est en réalité plus lente que celle du second.

» Le soufre insoluble, extrait du soufre huileux durci des hyposulfites porté à 100°, se transforme assez rapidement pour que l'on puisse constater les phénomènes calorifiques qu'il éprouve au même moment : dans une expérience, la température d'un thermomètre noyé dans la masse de ce soufre s'est élevée à 107° ; le soufre s'était aggloméré, mais sans entrer en fusion.

« 2. Expériences à 111°. — Dans un tube de verre mince, on introduit quelques grammes de soufre et un thermomètre sensible. On place le tube dans un bain d'huile maintenu entre 111 et 112 degrés. Le soufre insoluble, extrait du soufre trempé, fond bientôt, et la température s'élève de quelques degrés au-dessus de la température du bain. Au bout d'un quart d'heure, les deux thermomètres marquent la même température. Le soufre renferme encore 6 centièmes de soufre insoluble.

» Le soufre insoluble, extrait de la fleur de soufre, se comporte de la même manière : seulement, le dégagement de chaleur est notablement plus intense et dure plus d'une demi-heure. Au bout d'une heure, le soufre renferme encore 9 centièmes de soufre insoluble.

» Le soufre insoluble, extrait récemment du chlorure, se comporte comme le précédent : le dégagement de chaleur est encore plus prolongé. Au bout d'une heure, tout est changé en soufre cristallisable.

» Deux causes peuvent concourir aux dégagements de chaleur

observés dans les expériences précédentes : la transformation du soufre insoluble en soufre cristallisable, et aussi le dégagement de la chaleur retenue par le soufre mou qui n'a pas encore pris sa cohésion définitive.

» Pour éliminer autant que possible le dernier phénomène, j'ai opéré avec du soufre insoluble extrait d'une fleur de soufre qui date de près de 50 ans. Ce soufre dégage également de la chaleur ; mais le dégagement est plus lent et semble moins considérable que celui qui répond à la fleur de soufre récente. — La température de 110°, soutenue pendant dix minutes, l'agglomère sans le fondre, et il contient encore 83 centièmes de soufre insoluble. Au bout d'une demi-heure, à 111°, il n'est pas encore complétement fondu et renferme 10 centièmes de soufre insoluble non transformé. »

Séance du 8 *mars* 1858.

Dans la dernière séance M. L. Foucault, cherchant à définir le pouvoir pénétrant de son dernier télescope de 32 centimètres de diamètre, a évalué à deux tiers de seconde la distance angulaire des dernières parties distinctement visibles au foyer de l'instrument. Ayant vérifié de nouveau les données relatives à cette détermination, M. Foucault a reconnu qu'il a apprécié l'instrument un peu au-dessous de sa valeur. En réalité ce télescope dédouble la demi-seconde ou rend distinctement visible deux points écartés de la quatre-cent-millième partie de leur distance au miroir objectif.

Séance du 10 *avril* 1858.

ZOOLOGIE. — L'observation suivante relative à un *fœtus conçu par une mule*, a été communiquée par M. Pierre Gratiolet.

« M. Paul Bert, à son retour d'un voyage en Afrique, a bien voulu me remettre un fœtus conçu par une mule qui mourut en avortant, dans la plaine du Hodna, près de Biskra. Il tenait ce fœtus de M. Schmitt, pharmacien de l'hôpital militaire de Biskra, qui a constaté *de visu* ce fait intéressant.

» Le phénomène de la conception chez les mules est en Europe extrêmement rare, et ne l'est pas moins en Afrique, si l'on en juge par l'épouvante où le fait dont nous parlons jeta les Arabes. Ils crurent à la fin du monde, et pour conjurer la colère céleste

pratiquèrent de longs jeunes ; aujourd'hui encore, ils ne parlent de cet événement qu'avec une terreur religieuse. Ainsi voyons-nous de nos jours vivre encore en Afrique ces croyances qui dictèrent autrefois les livres bizarres de Julius Obsequens et de Conrad Lycosthènes. Le gardien de la mule affirma à M. Schmitt que la mule avait été couverte par un chameau. Ceci est une assertion d'Arabe qui, ainsi que M. Bert me l'a fait remarquer, ne mérite pas un examen sérieux. »

CHIMIE. — Dans la séance du 10 avril, M. Wurtz a fait aussi communication suivante :

Lorsque, par la réaction du charbon sur le phosphate acide de chaux, le phosphore est mis en liberté, il subit l'influence de la chaleur rouge à laquelle cette réaction s'accomplit. J'ai cherché à le soustraire à cette influence en le mettant en liberté à la température ordinaire. Il se présente, dans ce cas, avec les caractères du phosphore amorphe. — Voici le procédé qui a été employé : Dans du sulfure de carbone parfaitement sec, on dissout du phosphore et de l'iode dans les proportions nécessaires pour former le composé Ph I^2. La combinaison étant effectuée, on ajoute du mercure dans le rapport de 1 équivalent de ce métal pour 1 équivalent d'iode. On abandonne le flacon à lui-même et on l'agite fréquemment. Peu à peu, à la lumière diffuse, ou dans l'obscurité, on voit le mercure se convertir en iodure rouge, et une poudre rouge-brun est mise en liberté. Au bout de deux mois, on la recueille, et on la traite par l'iodure de potassium. Il reste une poudre brune. Projetée sur un charbon incandescent, cette substance brûle avec un vif éclat. Elle s'enflamme de même dans le chlore. L'acide nitrique, même très faible, l'oxyde vivement. Exposée longtemps à l'air humide, elle finit par s'acidifier légèrement. Elle est complétement insoluble dans le sulfure de carbone. En la distillant dans un courant de gaz hydrogène, on en retire de 50 à 80 pour 100 de phosphore ordinaire soluble dans le sulfure de carbone. Cette substance est du phosphore amorphe enveloppant encore un peu d'iodure de mercure et mêlée à une petite quantité de mercure formé, sans doute, par l'action de l'iodure de potassium sur quelques traces d'iodures mercureux.

L'auteur continue ses recherches : la présente note n'a pour but que de prendre date.

Séance du 17 avril 1858.

Dans la séance du 17 avril, M. Thenard a annoncé : — que, sous l'influence des sels de chaux ou d'alumine, la décomposition des feldspaths est singulièrement activée ; — que, par suite, si l'on fait bouillir pendant plusieurs jours du phosphate d'alumine avec de la couverte de Sèvres, on obtient du phosphate de potasse ; — que le plâtre donne du sulfate de potasse ; — que le nitrate de chaux donne du nitrate de potasse. Ces expériences ont conduit M. Thenard à expliquer l'action du plâtre sur les prairies artificielles ; le plâtre sert là d'agent assimilateur d'une plus grande quantité de potasse, substance dont les prairies artificielles sont très avides. Du reste M. Thenard va continuer et développer ces observations, et les étendre à l'agriculture, comme il l'a fait pour les phosphates. — Mais on sait combien ces expériences sont longues. — La note que nous donnons ici n'est donc qu'une prise de date sur laquelle nous reviendrons en temps et lieu.

Séance du 24 avril 1858.

RÉSISTANCE DES SOLIDES. — M. de Saint-Venant présente les considérations et communique les résultats qui suivent, sur la position des points *dangereux* ou les plus exposés, dans la torsion des prismes ou cylindres ayant des bases de forme variée.

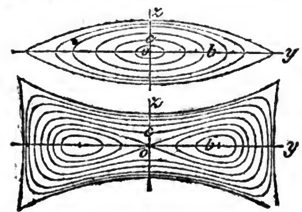
Ces points, où commencerait la désagrégation qui précède la rupture si la torsion excédait une certaine limite, sont ceux où le *glissement* que cette torsion détermine, c'est-à-dire l'inclinaison prise par les fibres ou arêtes longitudinales devenues des hélices, sur les éléments des sections planes transversales devenues des surfaces légèrement courbes, a la plus grande valeur possible.

Il a été démontré par l'auteur (Mém. des Savants étr., t. XIV, et *l'Institut*, 1853, n° 1002, et 1855, n° 1124) que lorsque la section est une ellipse, ou un rectangle, ou un triangle équilatéral, ou une de ces courbes du quatrième et même du huitième degré, symétriques et égales dans deux sens rectangulaires, pour lesquelles les glissements s'expriment en fonction entière des coordonnées, ces points dangereux ou de plus grand glissement se trouvent *aux endroits du contour les plus rapprochés du centre, ou de l'axe de torsion*, et non pas, comme on le pensait autrefois, aux points les plus éloignés.

Mais cette loi ne saurait être générale. On démontre bien qu'aux

extrémités des plus petits et des plus grands diamètres des sections symétriques le glissement est un *maximum* ou un *minimum* ; mais on démontre aussi qu'aux angles rentrants des sections, lorsqu'elles en offrent, les fibres ou arêtes restent normales à leurs éléments superficiels, en sorte que *le glissement y est nul* comme à leurs angles saillants ; d'où l'on peut inférer que lorsque les sections offrent des parties rentrantes arrondies mais d'une courbure très prononcée, le glissement doit y être un minimum et non un maximum, et qu'il doit y avoir, sur le contour, des points de plus grand glissement, intermédiaires entre ceux qui sont à la plus petite et ceux qui sont à la plus grande distance du centre.

C'est ce que l'auteur de la communication a reconnu, par l'analyse, sur les courbes du quatrième degré symétriques par rapport à deux droites rectangulaires, mais non égales dans les deux sens que ces droites déterminent.



Ces courbes, dont la figure ci-contre offre à peu près tous les types, sont représentés par l'équation suivante (*l'Institut*, nº 1124, et *Sav. étr.*, note de l'art. 104) :

$$c^2y^2+b^2z^2-n(b^2-c^2)(y^2-z^2)+n(y^4-6y^2z^2+z^4)=(1+n)b^2c^2$$

où $2b$, $2c$ sont le *plus grand* et le *plus petit* diamètre, dirigés respectivement suivant les axes coordonnés des y et des z (en sorte que $y^2=b^2$ pour $z=0$ et $z^2=c^2$ pour $y=o$), et n un nombre qui doit rester compris entre $\frac{\sqrt{2}-1}{2}=0,207107$ et $\frac{-c^2}{b^2+c^2}$ pour que les courbes soient fermées. Les courbes de la partie supérieure de la figure sont relatives aux valeurs négatives de n ; celle qui enveloppe les autres répond à $n=$ sa limite négative $\frac{-c^2}{b^2+c^2}$. Les courbes de la partie inférieure sont données par les valeurs positives de n ; celle qui enveloppe les autres répond à $n=\frac{\sqrt{2}-1}{2}$, cas où l'équation peut être écrite :

$$[y^2-(\sqrt{2}-1)^2z^2-b^2]\;[z^2-(\sqrt{2}-1)^2y^2-c^2]=0$$

en sorte que le contour est formé alors par deux hyperboles qui se coupent, et dont les asymptotes ont pour équation $y=\pm(\sqrt{2}-1)z$ et $z=\pm(\sqrt{2}-1)y$. La courbe en ∞ répond à $c=0$; et on a figuré, même, des courbes composées de deux orbes séparés, pour lesquelles le petit diamètre $2c$ est imaginaire, ou c^2 est négatif.

Comme les courbes ovales de la partie supérieure de la figure n'ont pas de portion rentrante, les points dangereux ou de plus grand glissement, lorsqu'on les prend pour sections de prismes tordus, sont constamment aux *extrémités du petit diamètre* $2c$.

Il en est de même des courbes de la partie inférieure, répondant à n positif, quand le rapport $\frac{c}{b}$ du plus petit au plus grand diamètre ne descend pas au-dessous d'une certaine limite qui diminue avec n.

Mais si $\frac{c}{b}$ est moindre que cette limite, les extrémités du petit diamètre deviennent des points de *minimum* du glissement. Les points de plus grand glissement ne passent pas pour cela aux extrémités du grand diamètre $2b$; ils se trouvent, au nombre de quatre, placés entre les premières extrémités et les secondes.

Pour déterminer cette valeur-limite du rapport $\frac{c}{b}$ au-dessous de laquelle le glissement aux extrémités du petit diamètre cesse d'être un maximum et devient un minimum parmi ceux qui ont lieu dans le voisinage sur le contour de la section, il faut exprimer que le coefficient différentiel du second ordre du glissement par rapport à l'abscisse y, pour des valeurs correspondantes de l'ordonnée z du même contour, passe d'une valeur négative à une valeur positive, c'est-à-dire *est égal à zéro quand* $y=0$, $z^2=c^2$. Or, g étant le glissement, on a $g^2=g'^2+g''^2$, g' et g'' étant ses composantes ou projections suivant y et z, déterminées par

$$-g'(b^2+c^2)=\theta z\,[1+(1+2n)(b^2-c^2)-4n(3y^2-z^2)]$$
$$g''(b^2+c^2)=\theta y\,[1-(1+2n)(b^2-c^2)+4n(y^2-3z^2)]$$

où θ est l'angle de la torsion par unité de longueur du prisme.

En ajoutant les carrés, et égalant à zéro après avoir différentié deux fois par rapport à y, et remplacé $\frac{d^2.z^2}{dy^2}$ par sa valeur tirée de l'équation du contour, puis faisant $y=0$, $z^2=c^2$, $\frac{d.z^2}{dy} = 0$, on obtient entre n et le rapport $\frac{c^2}{b^2}$ l'équation du second degré :

$$(1-15n+38n^2)\left(\frac{c^2}{b^2}\right)^2-(1+10n-8n^2)\frac{c^2}{b^2}+n(n+1)=0,$$

d'où l'on tire successivement

Pour $n=0{,}2071$; $0{,}2$; $0{,}1$; $0{,}0827$; $0{,}05$; $0{,}01$; 0

$\frac{c}{b}=0{,}3247$; $0{,}320$; $0{,}249$; $0{,}2332$; $0{,}192$; $0{,}097$; 0.

Les points dangereux restent donc aux extrémités du petit diamètre $2c$, ou aux endroits les plus proches de l'axe de torsion (qu'on suppose passer au centre de la section) tant que le rapport $\frac{c}{b}$ des deux diamètres ne descend pas au-dessous de $0{,}3247=\frac{1}{\sqrt{1+6\sqrt{2}}}$ ou du tiers environ, n ayant sa plus grande valeur $0{,}207107$. Quand n n'a que la valeur $0{,}1$, ce rapport peut descendre à $0{,}249$ ou au quart à peu près, etc.

Lorsque $\frac{c}{b}$ descend au-dessous de ces valeurs numériques, les quatre points dangereux sont plus ou moins à droite et à gauche des extrémités du petit diamètre $2c$. Le carré de leur abscisse y est $\frac{\sqrt{2}}{24}(1+\sqrt{2})^2\left[b^2-c^2(1+6\sqrt{2})\right]$ lorsque $n=0{,}2071=\frac{\sqrt{2}-1}{2}$; cette abscisse, ainsi que le plus grand glissement qui doit entrer dans l'équation de résistance permanente à la rupture, se déterminent par tâtonnement numérique quand n a une autre valeur.

Quelques-unes des sections considérées ici peuvent avoir un intérêt pratique, car on peut leur assimiler plus ou moins celles

des rails de chemin de fer, qui sont soumis quelquefois à des efforts tendant à les tordre.

Séance du 1 mai 1858.

M. Léon Foucault fait connaître à la Société les résultats qu'il a obtenus en poursuivant ses études sur la construction des télescopes en verre argenté.

« Depuis le jour de ma première communication, dit-il, les quinze mois qui se sont écoulés ont montré que l'argenture sur verre se conserve bien et qu'on peut désormais l'introduire sans crainte dans la composition des grands instruments d'optique. D'ailleurs la réaction par laquelle le dépôt s'opère a été régularisée de telle sorte qu'il arrive bien rarement de manquer une pièce.

» L'instrument présenté au commencement de l'année dernière et qui s'est conservé intact a $0^m,9$ de diamètre réel et $0^m,50$ de foyer.

» M. Secrétan, qui avait exécuté le travail du verre, a abordé sans difficulté la construction d'un plus grand modèle qui présente une ouverture réelle de $0^m,18$ et une longueur focale de $1^m,50$. Ces deux grandeurs de télescope sont actuellement dans le commerce.

» Ayant principalement pour but de réaliser les grands pouvoirs optiques au profit de l'astronomie physique, j'ai encore réussi avec le concours de M. Secrétan à me procurer deux miroirs de $0^m,32$ et $0^m,36$ de diamètre, lesquels donnent de très bonnes images à la distance focale principale de $3^m,50$.

» J'estime que ces images sont bonnes, parce qu'elles présentent le même caractère de netteté et de limpidité qui déjà constituaient les qualités dominantes des instruments plus petits fondés sur le même principe. Mais pour échapper aux appréciations vagues qui laisseraient place aux illusions, j'ai voulu exprimer en nombres la valeur optique de ces deux miroirs considérés comme objectifs de télescope.

» Supposant qu'une échelle, divisée en parties égales alternativement noires et blanches, s'éloigne jusqu'à ce que les parties examinées dans l'instrument se confondent les unes avec les autres, la distance de l'échelle au miroir, divisée par l'intervalle qui

sépare les milieux de deux parties homologues consécutives, donne la mesure absolue de la netteté ou du pouvoir pénétrant.

» C'est ainsi que j'ai reconnu que mon télescope de $0^m,32$ montre distinctement les deux tiers de la seconde, ou, en d'autres termes, qu'il rend isolément visibles deux points écartés de la trois-cent-millième partie de leur distance au miroir.

» La netteté ainsi définie rend les instruments comparables sans qu'il soit nécessaire de les essayer côte à côte ; il sera donc possible d'éviter l'équivoque et de suivre en connaissance de cause les progrès accessibles au nouveau système de télescope. »

Séance du 15 mai 1858.

RÉSISTANCE DES SOLIDES. — M. de Saint-Venant communique quelques résultats relatifs *à la torsion d'un cylindre ou d'un prisme quelconque autour d'un axe extérieur, parallèle à ses arêtes.*

Les forces à appliquer tangentiellement aux divers éléments superficiels des bases circulaires d'un cylindre droit pour le maintenir tordu uniformément d'un bout à l'autre sont les mêmes, dit-il, soit que la torsion ait lieu autour de l'axe de figure ou autour de tout axe parallèle, pourvu que cette torsion soit *très petite* en sorte qu'on puisse négliger comme petites du second ordre les forces nécessaires pour *fléchir* en même temps l'axe de figure en hélice lorsque l'axe de torsion ne se confond pas avec lui.

Cette propriété n'est pas particulière au cylindre à base circulaire. Elle a lieu pour un cylindre ou prisme à base quelconque ; et l'on démontre facilement, soit en faisant un calcul complet des forces pour le cas général des bases dont le plan se change par la torsion en une surface qui a une coordonnée exprimable en fonction entière des deux autres, soit en raisonnant sur les équations différentielles qui s'appliquent à des bases absolument quelconques, que quel que soit l'axe, parallèle aux arêtes, autour duquel une *petite* torsion uniforme est opérée, les *glissements*, c'est-à-dire les inclinaisons prises sur les éléments des sections transversales primitivement planes par les *fibres* devenues des hélices, sont toujours les mêmes, et que, par conséquent, les forces tangentielles, qui sont proportionnelles à ces glissements, ont les mêmes intensités (toujours quand on néglige les petites quantités

d'ordre supérieur) quel que soit l'axe autour duquel la torsion est supposée effectuée.

On réalise facilement la torsion d'un prisme autour d'un axe extérieur en disposant symétriquement, de l'autre côté de cet axe, un deuxième prisme pareil au premier et en les unissant ensemble par plusieurs liens solides de manière qu'en se tordant simultanément ils se regardent toujours par les mêmes arêtes situées toutes deux dans un plan passant par l'axe intermédiaire, et que cependant leurs sections et leurs fibres soient partout libres de s'incliner et de se courber. L'effort à faire est égal à la somme de ceux qu'il faudrait développer pour imprimer à chacun des deux prismes la même torsion autour d'un axe intérieur, car on démontre que les forces tangentielles ou transversales qui font tordre uniformément et qui sont désignées par $g' d\omega$, $g'' d\omega$ ou par $g_{xy} d\omega$, $g_{xz} d\omega$ à divers mémoires (surtout au t. XIV des *Savants étrangers*) se réduisent à un couple. ou qu'on a constamment $\int g_{xy} d\omega = 0$, $\int g_{xz} d\omega = 0$; or le moment de ce couple est, comme on sait, le même autour de tous les axes perpendiculaires à son plan, qui est ici celui d'une des deux bases du prisme.

— M. Léon Foucault annonce à la Société qu'il est parvenu à modifier la figure d'un miroir de verre primitivement sphérique, au point d'en faire approximativement le sommet d'un ellipsoïde de révolution dont les deux foyers comprennent sensiblement une distance de neuf mètres. Il en résulte qu'un télescope formé avec ce miroir et dirigé sur un objet placé à l'un des foyers donne à l'autre foyer une image totalement exempte d'aberration, bien que le miroir présente 24 centimètres de diamètre et que la distance du foyer le plus proche n'excède pas $1^{m},10$. Les images sont alors d'une si grande pureté et la mise au point tellement précise qu'on en doit conclure que la surface réfléchissante qui les engendre approche autant de l'ellipsoïde que les surfaces obtenues par les procédés ordinaires approchent de la sphère.

Si l'on fait croître la distance des foyers, la surface se modifie encore et tend à se confondre avec celle du paraboloïde.

Sans vouloir entrer dans les détails pratiques, M. Foucault déclare que c'est en retouchant la surface à la main et en suivant attentivement les changements progressifs des effets optiques,

qu'il est parvenu à combattre l'aberration et à réduire la longueur du télescope à des proportions inusitées.

Le miroir de verre une fois terminé, l'argenture ne paraît altérer en rien les propriétés de la surface.

Dans le but d'apprécier numériquement le pouvoir optique du nouvel instrument, on a constaté qu'il dédouble le 30e de millimètre observé à la distance de 10 mètres.

Séance du 22 mai 1858.

Géométrie. — M. Paul Serret communique à la Société quelques propositions, relatives à la géométrie de la sphère, et qui paraissent compléter la série des analogies déjà constatées entre les coniques planes et sphériques.

« 1. Le lieu géométrique des points de la sphère dont les *sinus* des distances sphériques à un point et à un grand cercle fixes sont dans un rapport constant, est une conique sphérique dont l'un des foyers est au point fixe, et pour laquelle la polaire de ce dernier coïncide avec le grand cercle *directeur*.

» 2. Réciproquement, dans toute conique sphérique les *sinus* des distances sphériques d'un point quelconque de la courbe à l'un des foyers et au grand cercle qui est la polaire de ce foyer relativement à la courbe, sont dans un rapport constant.

» Remarque. La perspective d'une conique sphérique sur le plan tangent à la sphère mené par l'un de ses foyers a même foyer que celle-ci ; sa directrice est la perspective du grand cercle directeur de la conique sphérique, et réciproquement.

» 3. L'équation, en coordonnées polaires, d'une conique sphérique rapportée à l'un de ses foyers, est de la forme

$$tg\,\rho = \frac{p}{1 - e\cos(\omega + \alpha)};$$

elle peut aussi s'écrire $tg\,\rho = mtgx + ntgy + p$, l'équation $mtgx + ntgy + p = 0$ représentant le grand cercle directeur ; et réciproquement, toute équation, de l'une ou de l'autre forme, représente une conique sphérique ayant l'un de ses foyers à l'origine ; la proposition directe avait seule été établie par Gudermann.

» 4. Le lieu des points de la sphère également éloignés d'un point et d'un grand cercle fixes, est précisément la courbe qui a déjà reçu le nom de parabole sphérique, dont l'équation peut se ra-

mener à la forme $tg^2\, y = 2p.\, tg\, x$ et dont le grand axe est égal à un quadrant.

» 5. Le lieu décrit par le sommet d'un angle droit circonscrit à la parabole sphérique se compose de deux grands cercles, qui sont les cercles directeurs relatifs aux deux foyers.

» 6. Le lieu des projections d'un foyer d'une conique sphérique sur les grands cercles tangents à la courbe est en général, une seconde conique sphérique : ce lieu peut se réduire à un grand cercle, mais n'est jamais un petit cercle de la sphère. »

Séance du 29 mai 1858.

GÉOMÉTRIE. — M. Catalan communique le théorème suivant :

1° Le lieu des points d'inflexion I des cycloïdes accourcies, engendrées par les points A du rayon OC d'un cercle roulant sur une droite XY, se compose de la double cycloïde qui serait engendrée par le point de contact C considéré comme appartenant au cercle décrit sur OC comme diamètre.

2° Cette double cycloïde, lieu des points d'inflexion I, enveloppe les cycloïdes accourcies, engendrées par les points A.

Séance du 3 juillet 1858.

M. Léon Foucault a communiqué, dans cette séance, de nouveaux détails sur la construction des télescopes en verre argenté dont il a déjà entretenu plusieurs fois la Société.

Dans une précédente séance, il a annoncé qu'en agissant sur un miroir de verre primitivement sphérique, il l'avait transformé sans en altérer le poli en ellipsoïde de révolution, fonctionnant sans aberration optique pour une distance finie. Depuis, M. Foucault a répété la même opération sur un autre miroir qu'il dit avoir changé en un sommet de paraboloïde fonctionnant comme miroir de télescope pour les objets situés à l'infini.

Ce nouvel instrument a 24 centimètres de diamètre et 1 mètre de distance focale ; il montre distinctement des points distants les uns des autres de la deux cent cinquante millième partie de leur distance au miroir, d'où il suit que dans l'image focale les dernières parties distinctes n'excèdent pas $\frac{1}{250}$ de millimètre.

Pour démontrer que dans un pareil instrument, dont la longueur n'atteint pas cinq fois le diamètre du miroir, tous les rayons réfléchis concourent d'une manière efficace à la formation de l'i-

mage focale, on peut recourir à une épreuve bien simple. Après avoir dirigé le télescope sur des objets d'épreuve convenablement choisis, on restreint par un diaphragme l'étendue de la surface libre de l'objectif, et ce changement, loin de produire un meilleur effet, en écartant les rayons nuisibles, compromet la qualité des images et fait disparaître des détails qu'on saisissait d'abord à miroir découvert. Ce résultat est du reste entièrement conforme aux indications de la théorie, car dans le système des ondulations la convergence d'un faisceau conique est d'autant plus exacte que les rayons extrêmes viennent se croiser sous un angle plus ouvert.

Séance du 17 juillet 1858.

NÉVROLOGIE. *Connexions entre le pathétique et l'appareil lachrymal.* — La communication suivante a été faite par M. Eugène Curie.

« Swan a figuré dans son atlas sur le système nerveux un rameau allant du pathétique à la branche lachrymale de l'ophthalmique. Ce résultat a été contesté ; les uns n'ont pas admis ce rameau, les autres n'y ont vu qu'un filet de la cinquième paire. — Voici comment la chose se passe d'après mes observations :

» Le nerf pathétique s'accole à la 5e paire au niveau de l'émis-

sion de la branche lachrymale. C'est une véritable fusion, en sorte que toute séparation est artificielle et qu'il serait par conséquent difficile d'affirmer que la glande ne reçoit pas de rameau du pathétique x. D'ailleurs, il est toujours possible de suivre un filet se rendant du pathétique sur le rameau lachrymal qui semble ainsi formé de deux filets, l'un provenant de la partie inférieure de la 5ᵉ paire, l'autre, xx, provenant de la partie supérieure et dont la continuation directe avec le pathétique paraît évidente. Ce rameau est quelquefois considérable, et alors on peut parfaitement distinguer qu'il est absolument différent des rameaux rétrogrades que la 5ᵉ paire envoie au pathétique, ainsi que d'un filet de la 5ᵉ paire qui embrasse parfois le pathétique comme dans un anneau.

» Ce n'est pas la seule connexion qui existe entre le pathétique et l'appareil lachrymal. En effet, dit M. Curie, j'ai constaté l'existence d'un filet de communication que je crois constant entre le pathétique et la branche nasale de la 5ᵉ paire. Ce filet, xxx, croise supérieurement le muscle grand-oblique. Sa ténuité, son accolement contre le nerf frontal, quelquefois jusqu'au point de jonction avec le pathétique, et son application contre l'aponévrose orbitaire, expliquent pourquoi il a échappé à l'attention des anatomistes. La plupart du temps on doit le couper en ouvrant l'aponévrose orbitaire.

» Voici maintenant quelques considérations physiologiques qui découlent des faits précédents.

» La glande lachrymale paraissait dépourvue de nerfs moteurs, et ce fait était en désaccord avec ce qu'enseigne la physiologie sur l'excrétion des glandes. Or, n'est-il pas curieux de voir le pathétique, par ses terminaisons au muscle grand-oblique et par les deux rameaux qu'on vient de décrire, présider à la fois dans la douleur à la position du globe oculaire, à l'excrétion des larmes et à leur écoulement, puisque le nerf nasal se distribue au sac et aux muscles qui l'entourent ?

» Je sais qu'on a voulu contester que le muscle grand-oblique fût l'agent actif dans la position que prend l'œil dans la douleur; mais je crois au contraire qu'il faut lui maintenir cette attribution. En effet, il ne saurait y avoir de doute au sujet de l'élévation en masse du globe oculaire. Le muscle grand-oblique élève le globe oculaire, le rapproche de la paroi interne, le fait saillir en avant et tend aussi à cacher l'œil derrière la paupière supérieure.

» Maintenant arrivons à la partie sérieuse de l'objection. Exécute-t-il un mouvement de rotation qui fait tourner la cornée en bas ? Je ne pense pas que son insertion au globe oculaire soit assez postérieure pour obtenir à cet égard un effet sensible ; et d'ailleurs l'insertion secondaire à tout ce tissu fibreux qui entoure la partie postérieure du globe oculaire, doit largement compenser la petite action qu'il pourrait avoir en ce sens.

» J'ai vainement cherché une relation entre la glande lachrymale et le ganglion ophthalmique ; quelques filets rétrogrades venant de ce ganglion m'ont seuls paru avoir avec elle quelques connexions possibles, mais je n'ai pu les suivre assez loin. »

» M. Dubarry a montré sur une des pièces qu'il a présentées au concours pour la place de prosecteur des hôpitaux un filet qui allait directement du ganglion à la glande ; malheureusement sa pièce était desséchée, et par conséquent n'était point suffisamment démonstrative. C'est ici le lieu de remarquer combien sont stériles pour la science ces névrologies desséchées qu'un vieil usage admet encore, et qui devraient être réprouvées, malgré l'incontestable habileté dont les anatomistes qui suivent encore cette méthode de la dessiccation font preuve tous les jours.

» Encore un mot au sujet de l'appareil lachrymal : la glande reçoit-elle des filets du nerf maxillaire supérieur au moyen de l'anastomose établie entre le nerf et le filet lachrymal de la branche ophthalmique ? Il me semble qu'il peut y avoir des doutes à ce sujet. En effet, j'ai trouvé cette anastomose remplacée par deux filets provenant, l'un du lachrymal supérieur, l'autre de la branche du maxillaire supérieur ; ces deux filets, au moment de s'anastomoser, perçaient la paroi de l'orbite par deux trous séparés bien que très rapprochés. »

Explication de la figure.

Elle représente l'ensemble de l'œil droit vu de son côté interne.

X. Nerf pathétique.

XX. Filet de jonction qu'il envoie au rameau lachrymal du nerf frontal V.

XXX. Anastomose d'un filet interne du pathétique avec la branche nasale de l'ophthalmique.

Séance du 7 août 1858.

Organographie végétale. — M. Trécul a communiqué, dans cette séance, des observations sur des *cristaux organisés et vivants,* dérivant d'une petite cellule et reprenant à la fin l'aspect cellulaire.

Ces corps singuliers se rencontrent dans l'albumen du *Sparganium ramosum.* Quand on étudie sous le microscope la forme de cet albumen, on trouve qu'il est composé de deux sortes de grains. Les uns sont assez petits, de 0,0075 de millimètre environ, d'un volume assez régulier, globuleux ou ovoïdes, souvent atténués par un bout ; ils sont bleuis par l'iode ; ce sont des grains d'amidon. Les autres grains sont beaucoup plus gros, de dimension plus inégale, de formes plus variées. Tantôt ils sont simples et tantôt composés. Les grains simples ont assez souvent un contour hexaédrique, mais leurs arêtes et leurs angles sont obtus, arrondis ; ils ont fréquemment une cavité centrale assez étendue, qui rappelle celle d'une cellule à parois très épaisses. Les grains composés sont très irréguliers dans leurs formes ; ils paraissent constitués d'un agrégat de petites cellules dont les côtés libres saillants donnent à la masse un aspect mamelonné. Ces corps, à la première vue, ne frappent que par leur dimension beaucoup plus considérable que celle des grains d'amidon qui les environnent et dont ils sont couverts ordinairement. Ils donnent l'idée de grains de fécule beaucoup plus volumineux que les autres. Mais lorsqu'on les examine, principalement sur le *Sparganium natans,* on est surpris de la régularité avec laquelle ces corps ou leurs agrégats sont revêtus par les grains de fécule. Ces derniers sont si pressés à leur surface qu'ils sont devenus polyédriques. Leur forme porte à croire qu'ils sont nés là, et cette idée acquiert d'autant plus de vraisemblance que ces granules d'amidon sont atténués par l'extrémité qui touche le corps central auquel ils semblent attachés par cette pointe. Si l'on ajoute de la teinture d'iode, ils prennent une belle couleur jaune, plus ou moins foncée suivant la quantité d'iode ajoutée. L'addition d'un peu d'acide sulfurique légèrement dilué les gonfle en donnant plus d'intensité à la teinte. Ils ont alors toute la figure de cellules formées d'une membrane mince et remplies d'une substance jaunissant sous l'influence de l'iode

et de l'acide sulfurique. Cet acide plus concentré finit par les décomposer, en leur faisant subir la même altération qu'aux membranes cellulaires infiltrées de matières azotées. Il les transforme en un liquide d'apparence oléeuse, brun-jaunâtre, divisé en une multitude de gouttelettes.

En remontant à l'origine de ces corps, on les trouve remplacés par de magnifiques cristaux, par des rhomboèdres à angles aigus et à arêtes tranchantes, ou par de belles plaques hexaédriques de la plus grande régularité, ou quelquefois un peu allongées, mais conservant toujours le parallélisme de leurs côtés deux à deux. Les rhomboèdres et les lames hexaédriques ont parfois au centre une petite cavité de forme variable, et les uns et les autres se groupent suivant les lois de la cristallographie. En examinant avec attention les lames on s'aperçoit que leurs côtés ne sont pas homologues; ils sont alternativement inclinés vers l'une ou l'autre face de la lame, et cette inclinaison donne des angles égaux à ceux des rhomboèdres, en sorte que ces lames auraient pour forme primitive le rhomboèdre. On acquiert cette conviction quand on voit les deux formes réunies, c'est-à-dire des rhomboèdres naissant des lames hexaédriques.

Mais ce n'est pas là tout; ces jolis cristaux si réguliers perdent quelquefois en partie par la végétation leurs formes géométriques. Il n'est pas rare de trouver, en effet, des lames hexaédriques qui deviennent mamelonnées sur leurs deux faces, ou même sur deux ou trois de leurs côtés, les autres côtés restant géométriques. L'auteur a vu de ces mamelons qui étaient très volumineux et qui offraient une grande cavité à l'intérieur. On avait ainsi l'union en apparence monstrueuse d'une cellule et d'un cristal; ce qui semble prouver que tout s'enchaîne dans la nature, puisque nous avons ici, dans un être vivant, la forme des êtres inorganisés.

Poursuivant cette étude organogénique en prenant des fruits de plus en plus jeunes, M. Trécul a vu les cristaux d'abord grossièrement dessinés, limités par une membrane formant pour les rhomboèdres une cellule elliptique, pour les lames hexaédriques une cellule circulaire. On distinguait jusqu'à un certain point la formation de ces cristaux; leurs formes primitivement irrégulières prenaient peu à peu de la régularité; leurs arêtes et leurs

angles d'abord mousses devenaient fort aigus. Quelques cellules de même nature, plus ou moins arrondies, étaient mêlées à celles qui subissent les modifications que l'on vient de décrire. Enfin, des fruits très jeunes ne donnèrent plus que des cellules ou mieux des vésicules globuleuses ou elliptiques, ayant des parois assez épaisses et une cavité relativement grande. Chez d'autres vésicules moins âgées, beaucoup plus petites, la cavité se réduisait à un point noir central; chez d'autres moins avancées encore, cette cavité n'existait plus; elles consistaient en un petit globule blanc et brillant, comme une sorte de nucléus extrêmement exigu.

En résumé, les cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum* offrent l'exemple de cristaux qui commencent par être chacun une vésicule nucléaire; et ces cristaux végètent à la manière des cellules ordinaires, présentant parfois des éminences celluloïdes qui deviennent des cristaux semblables à eux; enfin ils perdent, en vieillissant, leurs formes géométriques pour reprendre l'aspect de cellules isolées ou groupées.

ZOOLOGIE. *Structure des valves et du pédoncule de la* Lingula anatina. — M. Pierre Gratiolet a communiqué à la Société, dans cette séance, la note suivante.

« La forme générale des valves du têt en apparence corné des Lingules et des Orbicules a été assez bien indiquée par les auteurs; on sait qu'elles ne s'articulent point entre elles et, dans l'état de relâchement des muscles, un assez grand intervalle les sépare. Cette indépendance des valves, l'absence de toute charnière, étaient des conditions indispensables pour une grande variété dans les mouvements, variété qu'explique d'ailleurs la complication du système musculaire.

» (A). La structure de ces valves est très remarquable, surtout quand on se rappelle celle de la coquille des Térébratules. Elles sont composées de lames superposées, et chaque lame comprend deux feuillets, l'un corné, l'autre calcaire. La structure du feuillet corné est très difficile à démêler, l'œil n'y découvre que des fibres pâles, assez courtes, souvent interrompues. Elles ne semblent pas suivre la direction générale du feuillet, mais passer obliquement d'une de ses faces à l'autre. Leur diamètre dépasse rarement $0^{mm},001$.

» Les feuillets calcaires sont minces, très fragiles, d'une demi-

transparence. On y retrouve aisément les perforations dont la coquille des Térébratules est criblée, mais réduites à une extrême petitesse ; jamais leur diamètre ne dépasse 0mm,002. Ces perforations se retrouvent aussi dans les feuillets calcaires du têt des Orbicules, mais avec une ténuité plus étonnante encore, leur diamètre ayant à peine ici 0mm,0005. Dans la *Terebratula australis*, leur diamètre égale 0mm,05. Il est donc cent fois plus petit dans les Orbicules et vingt-cinq fois plus dans les Lingules. Les éléments prismatiques du têt des Térébratules se retrouvent aussi dans ces feuillets calcaires, mais presque invisibles à force de petitesse.

» Il est incontestable que les perforations du têt servent dans les Térébratules à une respiration palléale extérieure. Ont-elles ici le même usage ? J'avoue n'oser rien décider à cet égard. Quoi qu'il en soit, leur existence dans les Lingules et les Orbicules est un curieux témoignage d'un plan général d'organisation dans les Brachiopodes.

» (B). L'étude anatomique du pédoncule, à peine effleurée par Cuvier, a été faite avec un rare talent par M. Vogt ; j'y reviendrai cependant dans le but de donner à certains points une précision plus grande.

» On connaît la forme du pédoncule des Lingules. C'est une sorte de massue fort allongée dont le manche se termine par un évasement. Deux parties essentielles le constituent : (*a*) l'enveloppe cornée, et (*b*) une tige centrale, élastique et contractile à la fois.

» (*a*). Structure de l'enveloppe cornée (*Hornscheide*, Vogt). Cette enveloppe est à peu près transparente dans l'état frais. Elle est légèrement teintée de brun dans la *Lingula anatina* ; cette coloration manque dans d'autres espèces. Nous y distinguerons plusieurs couches, savoir :

» α. *L'enveloppe striée extérieure*. Elle est formée par une membrane mince composée de fibrilles très pâles, légèrement flexueuses, dont le diamètre maximum égale à peine 0mm,0035. Le tube qu'elle constitue est sillonné par des plis et par des stries annulaires ; les plis sont irréguliers ; les stries, légèrement colorées en brun, sont parallèles et à peu près équidistantes. Elles doivent leur coloration à des granules très fins ; des sillons irrégu-

liers divisent en très petites aréoles, disposées d'ailleurs sans aucun ordre, les intervalles compris entre les stries.

» 6. *La couche fibro-cartilagineuse.* Fort épaisse et transparente, bien que légèrement teintée de brun, elle est essentiellement formée de fibres plates, élastiques, circulairement disposées autour de l'axe du pédoncule ; le diamètre de ces fibres égale environ 0mm,001. Elles sont fort exactement parallèles entre elles et adhèrent fort peu l'une à l'autre ; aussi peut-on décomposer *ad libitum* l'enveloppe cornée, dont elles forment la plus grande part, en un nombre pour ainsi dire indéterminé de couches minces et transparentes ; les couches les plus profondes sont parcourues dans le sens de la longueur du pédoncule par des fibres minces, transparentes et fort clairsemées.

» 7. *L'enveloppe striée intérieure.* C'est une question très embarrassante, s'il faut considérer cette enveloppe comme faisant partie de l'étui corné, ou comme formant à la tige musculaire centrale une enveloppe spéciale. On peut la séparer avec beaucoup d'exactitude et l'isoler complétement, soit d'avec le tube corné, soit d'avec le muscle intérieur ; mais cette séparation, fort aisée dans le premier cas, est difficile dans le second. Ce qui explique comment, quand la dessiccation ou un commencement d'imbibition cadavérique ont altéré le pédoncule et dissocié ses parties, elle se détache constamment du tube corné et reste collée sur le muscle intérieur ; ce qui s'explique d'ailleurs si l'on remarque que les fibres qui composent ce muscle prennent leur insertion sur elle.

» Elle est d'ailleurs, sauf un peu plus de transparence dans ses éléments, presque en tout semblable à l'enveloppe striée extérieure ; on y retrouve ces bandes annulaires séparées par des stries linéaires équidistantes. Les éléments de son tissu sont les mêmes. M. Vogt, dans son mémoire, a très bien décrit et figuré cette membrane, tabl. 1, fig. 4. Toutefois, les stries sont-elles peut-être trop rigoureusement accusées ; enfin il n'a pas fait mention des petites fibres flexueuses et des granules qui sont les éléments constitutifs de cette membrane.

» (*b*). *Muscle intérieur.* Ce muscle est formé par des bandes longitudinales appliquées à la surface interne de l'enveloppe que nous venons de décrire. Ces bandes s'envoient réciproquement des

faisceaux intermédiaires et, comme M. Vogt l'a parfaitement remarqué, laissent au centre du pédoncule un espace vide. Je soupçonne que cet espace est immédiatement limité par une membrane très fine, appliquée sur les faisceaux musculaires. Des plis, ou plutôt des rides très fines, mais assez apparentes sur l'arête de ces faisceaux, paraissent indiquer l'existence de cette membrane; cependant il m'a été impossible d'en détacher des lambeaux assez distincts pour en étudier la texture.

» M. Vogt a fort bien figuré l'ensemble de ces dispositions, tab. 1, fig. 2 et 5, et tabl. 11, fig. 20 de son mémoire. Il a également donné quelques détails intéressants, tabl. 1, fig. 6, sur les éléments fibrillaires qui composent ce muscle intérieur. « Ces fibrilles, dit-il, se montrent sous le microscope comme une foule de filaments entremêlés, d'une extrême finesse et qui rappellent assez bien les fibres primitives des muscles involontaires chez des animaux plus élevés. »

» Les fibres élémentaires que signale M. Vogt, dans ce passage, sont plates, sèches, transparentes et légèrement jaunâtres; leur diamètre est compris entre $0^{mm},004$ et $0^{mm},006$. Leur élasticité est fort apparente et se conserve indéfiniment; mais je doute fort de leur contractilité. Il me semble plus exact de les considérer comme de minces filaments tendineux terminant les véritables éléments musculaires.

» Ces éléments, dont n'a point parlé M. Vogt, se présentent sous la forme de cylindres à sommet conique, qui m'ont paru composés de fibrilles pâles et prodigieusement déliées. Le diamètre de ces cônes est compris entre $0^{mm},010$ et $0^{mm},020$. Leur longueur totale égale en moyenne $0^{mm},120$. Leur sommet se continue avec une fibre longue qui n'est rien autre chose que l'élément décrit par M. Vogt.

» Il ne m'a pas été possible de mesurer la longueur totale de ces petits muscles élémentaires et de leur filament tendineux. L'extrême enchevêtrement des faisceaux s'y oppose. Il m'a paru que les extrémités se terminaient l'une et l'autre dans la membrane striée interne de manière à déterminer d'espace en espace de petites courbures très rapprochées, dont la somme donne un déplacement effectif.

» Tels sont, en général, les éléments qui composent le pédon-

cule ; je vais essayer maintenant de décrire ses rapports, soit avec la coquille, soit avec les corps externes.

(C) Des deux extrémités du pédoncule, l'une est renflée et tient à la coquille, l'autre s'atténue d'abord de plus en plus et puis elle se termine par un évasement irrégulier qui adhère aux rochers ou à d'autres corps extérieurs.

» (*a*). *Extrémité renflée.* Le renflement qui la distingue tient à une épaisseur plus grande de tous les éléments en ce point. Vers son sommet, l'enveloppe cornée présente une petite ouverture au-dessus et au-dessous de laquelle se remarquent deux dépressions profondes où se logent les sommets des valves quand l'animal les rapproche et les serre l'une contre l'autre. Un mince prolongement de muscle intérieur sort par cette ouverture et va se fixer à l'extrémité de la valve supérieure immédiatement au-dessous de son sommet.

» Cuvier n'est entré sur ce point dans aucun détail exact. « Les deux valves, dit-il, n'engrènent l'une avec l'autre par » aucune dent ; elles ne sont pas non plus attachées par un li» gament dorsal élastique capable de les ouvrir comme le sont » celles des Bivalves ordinaires. Mais elles sont suspendues *l'une* » *et l'autre* à un pédicule commun... etc. » (*Sur la Lingule*, page 3.)

» Cette expression, « *l'une et l'autre* » indique que Cuvier admettait un rapport semblable du pédoncule avec les deux valves.

» M. Vogt, dont l'exactitude est en général si grande, paraît partager l'opinion de Cuvier sur ce point, si l'on en juge par le passage suivant où il dit en parlant des muscles intérieurs : « Sie » befestigedes sich endlich an den inneren, einander Zugewandten » seiten des Schlosses ». (*Anat. der Ling. anat.* page 3.) Il attribue enfin à ce muscle une certaine action sur les valves par suite de laquelle elles pourraient s'écarter l'une de l'autre.

» Or, voici les faits tels qu'ils sont en réalité :

» L'enveloppe cornée enchâsse assez exactement le sommet de la valve supérieure, mais sans y adhérer. La valve inférieure peut s'appliquer contre elle, mais n'adhère point. Quant au muscle central, il n'a aucun rapport avec la valve inférieure. Le prolongement très-grêle qui sort par l'ouverture de l'enveloppe cornée

s'engage *au-dessus du bord supérieur du manteau* entre ce bord et le sommet de la valve supérieure de la coquille, puis il se divise en quatre petits fascicules; deux de ces fascicules se fixent symétriquement à un espace rugueux qui se voit immédiatement au-dessous du sommet de la valve; les deux autres s'enfoncent dans le corps de l'animal ou plutôt dans la zone musculaire qui l'entoure. Rien du muscle ne va à l'autre valve. Il ne peut donc, en aucune façon, ouvrir la coquille. Mais il peut déterminer des oscillations en divers sens du corps de l'animal tout entier.

» (*b*). L'*extrémité inférieure ou adhérente* du pédoncule est plus remarquable encore; elle se termine par une sorte d'évasement où l'enveloppe striée extérieure est molle, épaisse et toute chiffonnée. Le fond de l'*évasement* est largement ouvert et donne passage à une partie molle qu'on pourrait prendre au premier abord pour un ligament d'adhérence; mais en y regardant de plus près, on y reconnaît une vésicule transparente à parois épaisses et résistantes, dont le collet se continue avec l'enveloppe striée interne. La couche musculaire qui s'amincit de plus en plus en pénétrant dans le collet s'y prolonge en une lame transparente formée de fibres plates dont le diamètre égale environ $0^{mm},008$; ces fibres enveloppent d'anses fort élégantes le fond de la vésicule. Je n'ai pu découvrir dans ce fond même au moyen d'injections poussées avec force aucun vestige d'ouverture.

» L'extérieur de la vésicule est comme hérissé de cellules ou plutôt de fibres courtes au moyen desquelles elle adhère à la couche cornée; l'intérieur contenait une matière pulpeuse composée d'un amas de corpuscules, dont chacun, examiné au microscope, est un embryon de Lingule. D'autres embryons se retrouvent, mais en moins grande quantité, dans toute l'étendue du canal central du muscle pédonculaire, qui se continue librement avec la cavité de la vésicule.

» De ces embryons, il ne restait que la coquille, dont les deux valves bien distinctes, allongées, pointues à leurs extrémités et très-finement striées, avaient à peu près $0^{mm},016$ de longueur. Quelques-uns de ceux que j'ai observés portaient évidemment un pédicule très-fin; ceux qui en manquaient l'avaient sans doute

perdu. Ils étaient en moyenne plus développés que ceux qu'on observe assez souvent dans le corps de l'animal.

» D'où provenaient ces embryons? Du corps de l'animal sans doute; mais par quelle voie? Je me suis attaché à résoudre cette question, et j'y suis parvenu d'une manière très simple. Si l'on pousse avec précaution un stylet mousse, mais très-fin, dans le canal intérieur du muscle pédonculaire, on le voit pénétrer peu à peu dans ce canal, s'engager au-dessous de la valve supérieure entre les deux faisceaux qui composent le muscle adducteur du sommet des valves, et pénétrer enfin dans le sinus viscéral au-dessus de l'intestin et du mésentère qui l'unit aux deux cœurs. Les injections démontrent le même fait et d'une manière encore plus certaine. Ainsi la cavité du corps communique avec celle du pédoncule, et conséquemment les embryons peuvent passer facilement dans celle-ci. Ils paraîtraient y subir une sorte d'incubation; en effet, on rencontre fréquemment des embryons dans le pédoncule de Lingules dont le sinus abdominal est vide, et dont les ovaires ne contiennent que des œufs. Mais par quelle voie les œufs sont-ils fécondés? Par quelle voie les embryons sont-ils émis? Voilà ce que je n'ai pu jusqu'à présent décider. Quoi qu'il en soit, et si incomplètes que soient d'ailleurs les observations que j'ai pu faire, j'ai cru devoir les faire connaître dans le but de solliciter à cet égard les recherches d'anatomistes plus heureux ou plus habiles. »

Séance du 30 octobre 1858.

Chimie organique. *Nouvelles expériences sur le tréhalose.* — Dans cette séance, qui était la séance de rentrée de la Société après les vacances, M. Berthelot a lu la note suivante :

« L'an dernier, dans une communication faite à la Société de biologie et publiée, en premier lieu, dans ses comptes rendus (août 1857), j'ai décrit les résultats auxquels je suis arrivé en étudiant le *tréhalose*, principe sucré cristallisable renfermé dans une manne venue d'Orient. Vers la même époque, dans une note lue à l'Académie des sciences de Berlin le 2 novembre 1857 (V. *l'Institut*, n°1265, 31 mars 1858), M. Mitscherlich a décrit le *mycose*, principe sucré contenu dans le seigle ergoté. Le tréhalose et le mycose sont

isomères et jouissent des mêmes propriétés générales soit au point de vue chimique, soit au point de vue physique. On peut se demander s'ils sont réellement distincts. En comparant leurs caractères d'après la description du mycose et l'examen d'un échantillon que l'illustre chimiste de Berlin a bien voulu m'adresser, j'ai été conduit à faire une étude plus particulière de certaines propriétés du tréhalose, et notamment de son état d'hydratation, de sa forme cristalline et de son pouvoir rotatoire : d'après cette étude, le tréhalose et le mycose présentent la plus frappante analogie ; la seule différence essentielle réside dans leurs pouvoirs rotatoires. — Voici les faits.

» 1. *Hydratation.* — Le tréhalose, récemment cristallisé, peut se représenter par la formule $C^{12}H^{13}O^{13}$. Il renferme 2 équivalents d'eau de cristallisation que l'on peut chasser par la chaleur sans altérer le principe sucré ; 100 parties de tréhalose cristallisé perdent ainsi 9,7 parties d'eau : la formule exige 9,5. Le mycose présente la même composition et les mêmes phénomènes.

» Abandonné à lui-même, au contact de l'atmosphère, avec le concours d'une température de 25 à 30 degrés, le tréhalose perd une certaine proportion d'eau, variable suivant les conditions de l'expérience, mais qui finit par s'élever à la moitié de l'eau de cristallisation. Aussi la détermination de cette dernière doit être faite sur un échantillon récemment cristallisé, sinon on obtient des nombres trop faibles, une portion de l'eau ayant déjà disparu : diverses expériences exécutées sur sept échantillons distincts, préparés séparément et conservés au contact de l'atmosphère ou dans des tubes mal bouchés, ont fourni, au lieu de 9,5 centièmes d'eau, 9,0 ; 8,8 ; 8,4 ; 7,4 ; 6,5 ; 5,4, et enfin 5,0 seulement. Ce dernier nombre répondrait seulement à un équivalent.

» Le mycose n'a point été étudié au point de vue de sa déshydratation partielle à la température ordinaire.

» Si l'on chauffe à 100 degrés le tréhalose cristallisé, placé au fond d'un long tube, il entre en fusion au bout d'un certain temps. Mais si on porte lentement à 100° ou plus exactement à 97° le tréhalose contenu dans une capsule, il blanchit, devient opaque et se déshydrate complétement sans entrer en fusion. Dans une expérience, au bout de trois heures la perte d'eau était égale à 9,7 ; elle n'a aug-

menté ni sous l'influence du temps à 97°, ni sous l'influence d'une température élevée progressivement jusqu'à 160° et maintenue pendant plusieurs heures. Le tréhalose ainsi déshydraté à 100° n'est entré en fusion ni à 160° ni même à 180°; seulement à cette dernière température il s'est coloré légèrement par suite d'un commencement d'altération, et a perdu encore trois millièmes d'eau. Entre ces deux phénomènes, fusion lente à 100°, ou déshydratation sans fusion, même à 180°, on peut observer tous les intermédiaires suivant le mode d'application de la chaleur. Si l'on chauffe rapidement le tréhalose, il peut fondre seulement à 120°, à 140°, etc., après avoir perdu une certaine quantité d'eau, variable suivant la durée de la chauffe. Une fois fondu, la perte d'eau continue, avec formation de bulles plus ou moins boursouflées, et la matière devient de plus en plus pâteuse, sans toutefois passer de nouveau à l'état complétement solide.

»Le mycose peut fondre à 100°, mais, d'après M. Mitscherlich, sans perdre son eau de cristallisation. Ce n'est qu'à une température plus élevée qu'il perd cette eau en présentant des phénomènes fort analogues à ceux du tréhalose. Il paraît donc exister une différence entre la température de déshydratation du tréhalose et celle du mycose. Toutefois cette différence est si légère, qu'elle disparaîtrait peut-être à la suite d'une étude comparative.

» 2. *Forme cristalline.* — Le tréhalose cristallise en octaèdres rectangulaires et le mycose cristallise de la même manière. Voici les angles déterminés sur des cristaux de tréhalose extraits de trois préparations différentes exécutées à deux années d'intervalle; j'y joindrai les angles du mycose d'après M. Mistcherlich.

Angle de deux faces octaédriques opposées par le sommet :

Tréhalose	1. 111°15'	Moyenne 111°31'	Mycose 110°6'.
	2. 111°31'		
	3. 111°46'		

Angles des deux autres faces octaédriques opposées au même sommet :

Tréhalose	1. 63°49'	Moyenne 63°59'	Mycose 63°28'
	2. 64°19'		
	3. 63°50'		

Angle de l'une des faces de première espèce sur son adjacente de seconde espèce :

Tréhalose	1. 115°53′	Moyenne 115° 47′	Mycose 115° 32′ (calculé).
	2. 115°59′		
	3. 115°30′		
	Calculé	115° 59′	

» Le tréhalose et le mycose présentent donc des formes cristallines sensiblement identiques : les différences ne sortent pas de l'ordre des différences observées entre les cristaux d'une même substance organique appartenant à deux préparations distinctes.

» 3. *Pouvoir rotatoire.* — 2gr,059 de tréhalose cristallisé, $C^{12}H^{13}O^{13}$, ont été dissous dans l'eau : le volume (V) de la dissolution était égal à 13cc,9.

α_j, déviation de la teinte de passage $= + 59° 0$

l, longueur du tube $= 200^{mm}$

température $= 15°$

» D'où le pouvoir rotatoire, rapporté à la teinte de passage $(\alpha)_j = \alpha_j \frac{V}{lp} = + 199°$ pour le tréhalose hydraté et $+ 220°$ pour le tréhalose anhydre $C^{12}H^{11}O^{11}$.

» Ce pouvoir est exactement triple de celui du sucre de cannes. Il varie à peine sous l'influence de la chaleur, car la solution précédente, observée à la température de 60° dans les mêmes conditions, déviait de 57° au lieu de 59°, et encore l'écart diminuerait-il d'un degré environ, si l'on tenait compte de la dilatation du liquide.

» Le pouvoir rotatoire paraît indépendant du temps écoulé depuis la dissolution opérée à froid, car il ne varie pas depuis le premier instant où on peut l'observer.

» Si l'on opère avec du tréhalose récemment déshydraté sans fusion, le pouvoir rotatoire est également constant, quel que soit le temps écoulé depuis la dissolution ; en effet, une solution qui déviait de 27°2′, tout d'abord, a dévié de même de 27°3′, vingt-quatre heures plus tard.

» Le nombre indiqué plus haut $+ 220°$ pour le pouvoir rotatoire a été trouvé le même dans deux autres déterminations exécutées à deux années d'intervalle. En voici les données :

» I. $p = 0^{gr.},504$ de tréhalose, renfermant 5,4 centièmes d'eau de cristallisation ; d'où poids réel $= 0,477$.

$$V = 6^{c},0,\quad l = 80^{mm},\quad \alpha_j = +14^{\circ}\ (\alpha)_j = +220^{\circ}.$$

» II. $p = 2^{gr.},000$ de tréhalose, renfermant 5,0 centièmes d'eau de cristallisation ; d'où poids réel $= 1,900$.

$$V = 15^{cc},0,\quad l = 200,\quad \alpha_j = +55^{\circ}4',\quad (\alpha)_j = +219^{\circ}.$$

» Ces deux résultats, obtenus tout d'abord et calculés dans l'hypothèse d'un état d'hydratation normal et égal à 9,7, avaient conduit à un pouvoir légèrement distinct et égal à $+208^{\circ}$; mais j'ai depuis reconnu l'inexactitude de cette hypothèse, et déterminé directement la proportion d'eau contenue dans ces échantillons que j'avais conservés.

» Le pouvoir rotatoire du tréhalose, qui vient d'être défini, s'écarte beaucoup de celui du mycose, car ce dernier, rapporté au sucre cristallisé, d'après M. Mitscherlich, est égal à $+173^{\circ}2'$, tandis que celui du tréhalose cristallisé est de $+199^{\circ}$. Le premier est déduit d'une déviation égale à $+34^{\circ}8'$; observée avec une solution de tréhalose de même richesse, cette déviation aurait été égale à $+40^{\circ}$. La différence est de plus de 5°, ce qui dépasse beaucoup les limites d'erreurs expérimentales. Elle ne s'explique ni par la température de l'observation, ni par le temps écoulé depuis la dissolution, toutes circonstances qui n'exercent guère d'influence sur une dissolution de tréhalose.

» On est donc conduit à admettre l'existence de deux corps presque identiques dans toutes leurs propriétés et même dans leur forme cristalline, mais distincts par la grandeur de leur pouvoir rotatoire. — Bien que cette conclusion s'accorde avec les faits observés dans l'étude des monochlorhydrates cristallisés d'essence de térébenthine, elle exige, je crois, une vérification plus complète ; j'avais l'intention de préparer et d'étudier moi-même le mycose ; mais ayant appris que M. Mitscherlich s'occupait lui-même de cette révision, j'ai cru convenable de me borner à soumettre le tréhalose à un examen plus attentif. »

OPTIQUE MÉTÉOROLOGIQUE. *Observation d'un soleil bleu.* — M. Lissajous a communiqué à la Société dans cette séance la note suivante :

M. Laugier, dans une note communiquée à l'Académie des

sciences de Paris, a donné la description du phénomène suivant observé par lui à l'île d'Ouessant, le 22 juillet 1854 :

« ..... Au moment où le centre du soleil atteignait la ligne
» parfaitement définie qui limitait l'horizon de la mer, la partie
» supérieure du disque, la seule qui fût encore visible, se teinta
» subitement en bleu..... Ce phénomène persista tout le temps
» qu'on vit la partie supérieure du soleil. »

« Étant moi-même au bord de la mer à Benzeval (Calvados) pendant le mois d'août 1856, dit M. Lissajous, le souvenir de cette observation me porta à examiner avec attention le soleil au moment où il disparaissait derrière la ligne d'horizon. Je reconnus ainsi qu'à l'instant où il n'y avait plus qu'un très petit segment visible, ce segment se colorait en bleu verdâtre, puis disparaissait, le phénomène durait à peine une seconde. Durant un séjour de six semaines ce fait ne se présenta à moi que trois fois. Je pus néanmoins le faire observer à plusieurs personnes. — L'année suivante, pendant un séjour de quinze jours au bord de la mer dans le même lieu, je vis cette apparence quatre fois, et je pus le faire observer par un de mes collègues, M. Drion, professeur de physique au lycée de Versailles, et nous pûmes constater, en nous plaçant à des hauteurs différentes au-dessus du niveau de la mer, que le phénomène se produisait pour chacun de nous à des instants différents. — Enfin cette année, pendant le mois d'août, la pureté exceptionnelle de l'atmosphère m'a permis de voir le soleil bleu un grand nombre de fois, et de reconnaître la cause de ce phénomène. Pour cela, il m'a suffi d'observer l'astre au moment de sa disparition à l'aide d'un télescope à miroir de verre argenté construit par M. Foucault. Cet instrument, parfaitement achromatique, grossissait environ cent fois. Il m'a fait voir le soleil accompagné de franges irisées qui bordaient sa partie supérieure, absolument comme si cet astre eût été vu à travers un prisme d'un angle faible dont l'arête stringente eût été placée en haut. A mesure que le soleil s'abaissait au-dessous de l'horizon, les parties les plus brillantes du disque étaient masquées par la mer, et il ne restait de visibles que les teintes comprises entre le vert et le violet ; ces couleurs disparaissaient elles-mêmes au bout d'un temps très court.

» J'acquis donc la certitude que le phénomène était dû simple-

ment à la dispersion produite par suite de la réfraction des rayons solaires à travers l'atmosphère, les teintes les plus réfrangibles ne devenant visibles pour l'œil qu'au moment où les couleurs les plus vives du disque solaire étaient masquées par l'horizon.

» Ce phénomène n'a pas lieu quand le soleil disparaît derrière un obstacle quelconque. En effet, la dispersion n'est sensible que dans le cas où l'épaisseur de la partie de l'atmosphère traversée par les rayons solaires est assez grande ; et comme cette épaisseur croît très rapidement à mesure que le soleil se rapproche de l'horizon, on conçoit que la dispersion soit insuffisante dans toute autre position. L'éclairement général du ciel serait aussi un obstacle à la perception de cette faible teinte.

» L'observation ne peut pas se faire quand le ciel n'est pas suffisamment pur ; car alors le pouvoir absorbant de l'atmosphère s'exerce de préférence sur les rayons les plus réfrangibles du spectre, et le soleil en atteignant l'horizon ne présente plus qu'une teinte rouge uniforme. Aussi l'intensité de la teinte bleue n'a-t-elle pas la même valeur aux différents jours.

» Les jours les plus favorables sont ceux où il y a mirage à l'horizon, le ciel étant d'ailleurs très pur, car alors on aperçoit au-dessous du soleil son image qui marche à sa rencontre, et, au dernier instant, l'astre et son image se colorent de la même teinte bleue, ce qui double l'étendue occupée par cette teinte, et rend par cela même le phénomène plus visible.

» Le fait dont nous venons de parler n'a évidemment aucun rapport avec des apparences analogues produites lorsque le soleil était au-dessus de l'horizon, au sein de certains brouillards secs dont la teinte jaunâtre le faisait paraître bleu par effet de contraste.

» Il est même probable, d'après les indications de M. Laugier, que le fait observé par lui n'était pas un simple effet de dispersion atmosphérique, et ne doit pas être confondu avec l'apparence essentiellement fugitive que nous avons signalée dans cette note. »

Séance du 20 novembre 1858.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a signalé dans cette séance quelques propriétés de sa machine hydraulique à *oscillations indéfinies*, pour laquelle l'Académie des sciences lui décerna le prix de mécanique, le 30 décembre 1839. L'auteur rappelle

qu'il a présenté à l'Académie des sciences, le 22 octobre 1855, un moyen de faire fonctionner les deux tuyaux d'ascension de cette machine, en employant *une seule soupape*, espèce de porte de flot d'une forme particulière, mue par un piston, alternativement poussé sur chacune de ses faces, en vertu de la baisse alternative de la colonne liquide dans chacun des tuyaux d'ascension pendant que l'autre est plein ou à peu près. Pour ne laisser aucun doute sur le degré de simplicité de cette modification du régulateur, il remarque aujourd'hui que l'appareil peut n'avoir en tout *qu'une seule pièce mobile*, quoique deux colonnes liquides oscillantes fonctionnent sur un même tuyau.

Il suffit, dit-il, de concevoir l'axe de la *soupape porte de flot* prolongé suffisamment au delà de son enveloppe fixe. A cet axe est attaché une sorte de *diaphragme*, ou piston de pompe tournante, fonctionnant dans un espace angulaire disposé comme l'espèce de corps de pompe où les pistons des pompes dites *tournantes* ont un mouvement alternatif. Chacune des faces de ce diaphragme pourra être alternativement pressée par l'eau contenue dans un des tuyaux d'ascension, pendant que l'eau sera convenablement baissée dans l'autre. Il suffira pour cela que chacune des extrémités ou limites ouvertes de l'espace angulaire dans lequel fonctionne ce diaphragme soit toujours en communication, l'une avec un seul des tuyaux d'ascension, l'autre seulement avec le second tuyau d'ascension. Il n'est pas à la rigueur indispensable que, dans chacune de ses positions d'arrêt, la *soupape porte de flot* soit retenue par un ressort, à cause d'une disposition particulière de ce genre de soupapes depuis longtemps expliquée à la Société. Il ne paraît pas nécessaire qu'il y ait un semblable piston de pompe tournante à chaque extrémité de l'axe de la soupape, quoique cela ne fît encore qu'une seule pièce mobile dans tout le système.

Enfin il n'est pas nécessaire que le piston frotte à son pourtour comme dans les pompes tournantes; il pourra rester un peu de jeu entre lui et les surfaces fixes, parce qu'il pourra s'appuyer sur des siéges dans ses deux positions de repos. Quant à la crainte qu'on pourrait avoir que l'eau ne tendît à se mettre de niveau dans les deux tuyaux d'ascension, pendant le jeu de ce régulateur, il suffit de remarquer qu'on peut donner à la *soupape porte de flot* une

forme telle que sa section ressemble à deux secteurs de cercle opposés par le sommet ; de manière, en un mot, à faire en sorte que les deux tuyaux d'ascension ne communiquent pas ensemble, si l'on veut, ou ne communiquent que de la quantité qui sera reconnue sans inconvénient, soit à cause de la vitesse du jeu de la soupape, soit à cause des phénomènes de succion, etc.

M. de Caligny fait ensuite observer que si en principe cette machine peut, *sauf les résistances passives*, élever de l'eau, sans rétrécissement des tubes d'ascension, à des hauteurs indéfinies, ou dépendant de la profondeur de l'enfoncement de la soupape au-dessous du niveau du bief d'aval, on peut s'en servir pour comprimer de l'air et le faire entrer dans des réservoirs de grandeur convenable, au lieu d'élever de l'eau. Or, dit-il, au lieu d'élever de l'eau à une hauteur indéfinie, *sauf les résistances passives*, on peut s'en servir *en principe* pour comprimer de l'air à des tensions très grandes, dont la limite pratique ne peut être d'ailleurs indiquée *à priori*, à cause des secousses qui pourraient se présenter quand la tension aurait atteint une certaine force.

M. de Caligny rappelle qu'en juin 1844, il a présenté à la Société les dispositions nécessaires pour transformer une colonne liquide oscillante en *machine soufflante* ou à *compression d'air*, et qu'on peut transformer en machine soufflante ou à compression d'air toutes ses machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes. Ceux de ces appareils, dit-il, qui ne peuvent fonctionner sans chasser alternativement une colonne d'air, alternativement contenue dans leurs tuyaux d'ascension, *sont en principe des machines soufflantes par ce seul fait* ; il suffit, dit-il, d'employer à comprimer de l'air le travail employé à élever de l'eau.

Séance du 11 décembre 1858.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a communiqué à la Société, dans cette séance, quelques observations sur les machines hydrauliques à compression d'air, fonctionnant au moyen d'une chute d'eau.

Sa communication du 20 novembre sur ceux de ces appareils dans lesquels la force vive s'emmagasine dans une colonne liquide, à chaque période, avant qu'il se soit fait un écoulement d'eau à

l'extérieur, avait principalement pour objet le cas des chutes motrices, petites ou médiocres. Il se présente, dit-il, une circonstance intéressante dans le cas où une colonne d'eau, après avoir comprimé de l'air dans un réservoir avec soupape de retenue, etc., en montant dans la seconde branche d'un siphon renversé, sort au moyen d'une oscillation descendante sans retour sensible vers la première branche qui est en communication avec la prise d'eau motrice, lorsque cette oscillation descendante n'a qu'une profondeur ne dépassant point certaines limites. Ce cas est particulièrement celui où la chute motrice est assez grande pour qu'il ne soit pas indispensable de produire des oscillations qui, par la profondeur à laquelle elles font descendre le niveau, suppléent, en vertu d'un mode particulier d'oscillations accumulées, à la petitesse de la chute motrice au moyen de la dépense d'eau.

On supposera, dans ce qui va suivre, que la colonne d'eau entrée pour refouler de l'air dans la seconde branche d'un siphon renversé est assez courte par rapport à la chute d'eau motrice.

Si la communication, étant interrompue par un moyen quelconque entre la seconde et la première branche, est établie entre la seconde et une troisième branche débouchant dans le bief d'aval, il se présente une oscillation descendante qui vide la seconde branche jusqu'à une certaine profondeur au-dessous du niveau du bief d'aval, la jonction de la seconde et de la troisième branche étant à une profondeur convenable au-dessous de ce dernier niveau.

Or, si la baisse de l'eau dans l'oscillation descendante ne dépasse point certaines limites, il se présente une circonstance intéressante, objet spécial de cette communication. La soupape, destinée à laisser entrer de l'air à la place de la colonne liquide qui sort pendant cette oscillation descendante, se fermant en temps utile, le ressort de cet air résiste de manière à ne permettre ensuite à la colonne d'eau de la troisième branche de revenir en arrière que d'une quantité assez peu importante pour qu'il n'y ait pas trop à s'en préoccuper. Il résulte même de cette circonstance que pour les machines de ce genre employées à comprimer de l'air, le régulateur n'a pas besoin d'autant de précision que pour le cas où elles sont employées à élever de l'eau. Ainsi, quand même la vidange immédiate sur le niveau du bief d'aval ne ferait pas perdre

beaucoup plus de travail que ce système de vidange par oscillation descendante, il conviendrait de ne pas négliger l'avantage quelconque provenant de cette oscillation, puisqu'elle ne complique en rien la construction de l'appareil.

L'espèce particulière de suspension alternative dont on vient de parler n'oblige pas même à prolonger la troisième branche un peu au-dessus du niveau du bief d'aval, quoiqu'il puisse être prudent de le faire pour certaines conditions, dans le détail desquelles l'auteur ne croit pas nécessaire d'entrer en ce moment.

Il est à remarquer, dit-il, que le délai pouvant provenir de ce mode de suspension alternative, permettra sans doute de diminuer les dimensions du système quelconque de piston, alternativement pressé sur les deux faces opposées, dont le jeu fera, dans diverses circonstances, fonctionner le régulateur par des moyens depuis longtemps expliqués à la Société, les dimensions de ce piston étant d'ailleurs, dans tous les cas, déterminées de manière à avoir, au besoin, égard au ressort de l'air dont il s'agit.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que la combinaison, objet de cette note, peut s'appliquer à d'autres inventions de M. de Caligny, il ne s'agit ici que d'un exemple particulier.

— M. de Caligny a communiqué ensuite une modification de la soupape à double siége, connue sous le nom de *soupape de Cornwall*, quand elle est employée, non comme dans ses expériences, à former une portion alternativement mobile d'un tuyau, sans aucun coude ni arrêt intérieur à l'époque où elle réunit deux tuyaux alternativement séparés, mais dans le cas où l'on veut s'en servir pour boucher alternativement un tuyau transversalement, ce qu'il paraît au premier aperçu difficile de faire, sans qu'il se présente un coude brusque à l'époque où ce tuyau cesse d'être bouché ainsi.

M. de Caligny propose d'employer dans ce cas le système qu'il a présenté à la Société le 28 juin 1851 et le 23 octobre 1852, pour diminuer la résistance des coudes, au moyen de surfaces courbes concentriques, dans diverses circonstances où l'on n'aura pas à craindre que des lames posées comme il l'a expliqué n'arrêtent des herbes charriées par le liquide. Dans le cas dont il s'agit, ces lames seraient fixes, en laissant entre elles et la soupape

de Cornwall ou vanne cylindrique l'intervalle nécessaire à son jeu.

MORPHOGÉNIE MOLÉCULAIRE. — M. M.-A. Gaudin a fait aussi la communication suivante.

« Le directeur de la *Smithsonian institution*, de Washington, m'ayant demandé une collection de mes molécules en relief pour la faire figurer dans ses galeries, l'exécution de cette commande a été pour moi la cause de nouvelles recherches qui m'ont fourni des preuves nombreuses de la vérité de ma théorie. Ceci me fournit l'occasion de mettre sous les yeux de la Société quelques molécules caractéristiques.

» En France, la théorie atomique est fort négligée, celle des équivalents domine partout, bien qu'elle soit insuffisante, à elle seule, pour établir le vrai poids des atomes, et par conséquent leur nombre vrai dans les formules, en tant qu'on vise à la connaissance de la molécule réelle, c'est-à-dire à l'élément géométrique des cristaux. — Je puis former un exemple mémorable de cette lacune regrettable.

» Il y a plus de vingt-cinq ans déjà, M. Dumas a déterminé la densité du chlorure et du fluorure de silicium. La première densité montre avec la dernière évidence qu'il existe autant de chlore dans un volume de chlorure de silicium que dans un volume de bichlorure d'étain, qui répond au bioxyde d'étain.

» En présence d'un pareil fait, il n'était plus possible de considérer la silice comme l'analogue de l'acide sulfurique, non plus que des sesquioxydes d'aluminium, de fer, etc., elle devenait désormais $Si O^2$, comme le deutoxyde d'étain, l'acide carbonique, l'acide sulfureux, l'eau, etc.

» J'ai discuté à fond cette question dans un mémoire assez étendu qui a été inséré à cette époque dans les *Annales de chimie et de physique*; mais il a passé inaperçu; si bien que tout récemment M. Marignac a donné comme chose nouvelle la formule $Si O^2$ de la silice que je soutiens depuis vingt-cinq ans, en s'appuyant principalement sur les données expérimentales que nous devons à M. Dumas.

» Ainsi, dans notre siècle de lumières, il a fallu vingt-cinq ans pour qu'on commence à apercevoir la portée d'un fait qui doit

transformer toutes les formules minéralogiques dans lesquelles la silice figure.

» Sans parler des arguments fournis par la densité du chlorure de silicium, il est certain que la discussion étant portée sur les familles si variées des feldspaths, des zéolites, des micas, etc., on trouve très souvent 8 atomes d'oxygène pour la silice, quand il y en a 3 pour le sesquioxyde et 1 pour le monoxyde : c'est là une confirmation éclatante de l'induction fournie par la densité du chlorure de silicium.

» Ma théorie fournit, il me semble, un élément tout nouveau, propre à nous fixer sur le véritable nombre atomique moléculaire, c'est-à-dire sur le nombre vrai des atomes qui composent le *solide géométrique régulier*, qui est l'élément des cristaux.

» Étant donnée la formule chimique, il s'agit de déterminer quelle est la molécule cristallisable ? C'est à peu près comme si l'on disait : étant donnée la formule chimique et la *densité de la vapeur*, quelle est la molécule en atomes ? Quand on demande quelle est la molécule cristallisable, on pose pour condition que le polyèdre géométrique établi aura une *relation directe avec la forme cristalline du corps*.

» Eh bien, en suivant cette marche, j'arrive toujours à un groupement atomique *unique* qui remplit toutes les conditions voulues ; et pour écarter tout reproche d'arbitraire, je me suis attaché de préférence aux corps les plus complexes qui, hors d'une solution unique parfaitement régulière, ne permettent pas d'établir un autre groupement symétrique.

» Après avoir construit la chlorite hexagonale, qui est déjà un groupe fort remarquable, j'étais à la recherche d'une substance pierreuse qui fût l'analogue de l'acide stéarique ou des stéarates, lorsque je fis la remarque que l'hydrolite et l'herschélite cristallisaient en prisme hexaédrique régulier comme l'acide stéarique : dans ce dernier minéral, analysé avec le plus grand soin par M. Damour, il se trouve 8 atomes d'oxygène pour la silice, 3 d'oxygène pour le sesquioxyde, 1 d'oxygène pour le monoxyde et 5 d'oxygène pour l'eau.

» Le problème consistait donc à grouper ces nombres atomiques de façon à obtenir l'élément du prisme hexaédrique régulier.

En prenant la formule 1 fois, 2 fois, 3 fois, 4 fois et 5 fois, on ne peut former un groupement symétrique compatible avec le prisme hexaèdrique régulier; tandis qu'en prenant la formule 6 *fois*, on obtient 48 pour l'oxygène de la silice, 18 pour le sesquioxyde, 6 pour le monoxyde, 30 pour l'eau. En mettant seulement 31 pour l'eau au lieu de 30, on obtient en effet le groupe magnifique, que je mets sous les yeux de la Société : il est composé de 61 axes parallèles entre eux, 6 grands axes d'aluminate de monoxyde à 7 atomes, 24 axes de silice à 3 atomes, et 31 axes d'eau à 3 atomes, représentant 207 atomes comme le stéarate monopotassique, et ayant absolument la même forme.

» En cherchant comment je grouperais les atomes du métastanate de monoxyde d'étain hydraté découvert par M. Fremy, j'ai reconnu également que ce corps ne présentait qu'une solution, en effet :

$$5\ (Sn^1\ O^2) + Sn^1\ O^1 + 4\ (H^1\ O^1)$$

montrent clairement que la molécule est carrée ; on a en effet :

$$4\ (Sn^1\ O^2) + 4\ (H^1\ O^1) + Sn^2\ O^3,$$

soit un axe à 5 atomes $Sn^2\ O^3$, analogue à l'alumine, entouré de 8 axes à 3 atomes qui forment un prisme carré bi-pyramidé.

» En éliminant par la pensée les deux atomes d'oxygène extrêmes de l'axe médian à 5 atomes, il reste *un cube parfait*, composé de 29 atomes, ayant à ses 8 angles solides un atome d'hydrogène, au centre de ses 6 faces un atome d'étain, à son centre de figure et au milieu de chacune de ses 12 arêtes un atome d'oxygène ; de sorte que dans ce seul groupement de 29 atomes, on voit *un assemblage solidaire et indivisible de* 45 *axes de symétrie*, savoir :

16 fois l'eau, les 12 arêtes et les 4 diagonales du cube ;

14 fois le bioxyde d'étain, les 12 diamètres des 6 faces et les deux extrémités du grand axe ;

12 fois l'étain hydrogéné, les 13 diagonales des 6 faces.

3 fois le sous-oxyde d'étain, les 3 diamètres du cube.

» Dans le cas du métastanate de potasse, un atome de potassium remplace l'un des deux atomes d'étain *du grand axe*, et

les axes de symétrie sont encore au nombre de 44, tout en donnant la preuve que dans les axes principaux il peut y avoir des atomes correspondants, de nature analogue, *mais non de même poids*.

» Cette molécule est bien près du cube ; cependant elle n'est pas cubique, tant il est vrai que le cube est rare, si même il existe, dans la multitude de polyèdres réguliers qui composent la série des corps cristallisables.

» Je n'ai encore pu former un cube qu'en multipliant par 9 la formule 1A, 2B, correspondant aux bioxydes, aux bisulfures, aux bichlorures, aux bifluorures, etc.

» Ce cube, que je mets sous les yeux de la Société, présente aussi un certain nombre d'axes de symétrie ou d'équilibre ; on en compte 9 figurant l'atome métallique entre deux atomes du minéralisateur, et 24 formés par un atome du minéralisateur compris entre deux atomes de métal. »

OPTIQUE DE L'ŒIL. — M. Jules Regnauld a présenté l'analyse et les conclusions d'un travail sur la fluorescence des milieux de l'œil chez l'Homme et quelques Mammifères.

L'auteur s'est proposé de constater expérimentalement la fluorescence des milieux de l'œil, phénomène devenu très probable pour quelques-uns d'entre eux, d'après les observations de MM. L. Foucault et Stokes. Il a choisi comme source de radiation épipolique le faisceau des rayons limites, violets et ultra-violets, obtenu au moyen d'un large prisme de Nicol, suivant le procédé indiqué par le premier de ces physiciens. De plus, dans les cas douteux, il fait arriver le soleil par réflexion totale sur un prisme rectangulaire de quartz convenablement taillé, et étudie les matières soumises à l'expérience en interposant entre elles et l'œil de l'observateur un de ces verres jaunes que M. Stokes désigne sous le nom d'*absorbants complémentaires*. Le détail des précautions et du manuel opératoire sont insérés au mémoire que M. Jules Regnauld résume dans les conclusions suivantes :

1° Chez l'Homme et les Mammifères examinés jusqu'à ce moment (Bœuf, Mouton, Chien, Chat, Lapin), la cornée est fluorescente, mais à un faible degré ;

2° Chez l'Homme et ces Mammifères le cristallin est doué au

plus haut degré des propriétés fluorescentes ; chez ces animaux, aussi bien que chez plusieurs Vertébrés aériens, ces propriétés persistent dans les portions centrales du cristallin (endophacine de MM. Valenciennes et Fremy) conservées par voie de dessiccation à une basse température ;

3° Les portions centrales du cristallin de plusieurs Vertébrés et Mollusques aquatiques (phaconine des mêmes auteurs) sont presque totalement privées de la fluorescence ;

4° Le corps hyaloïde ne présente qu'une très faible fluorescence due aux membranes hyalines, car l'humeur vitrée ne la possède pas ;

5° La rétine, comme l'a reconnu M. Helmholtz sur un œil humain dix-huit heures après la mort, possède une certaine fluorescence qui n'est nullement comparable pour l'intensité à celle du cristallin des Mammifères ;

6° Enfin, pour revenir à l'origine et au principe de ce travail, l'auteur conclut que s'il faut placer dans un phénomène de fluorescence la source des accidents causés par les radiations faiblement lumineuses de la lumière électrique, c'est dans l'action énergique produite sur le cristallin qu'il est naturel d'en chercher l'explication ; l'impulsion subie par la cornée ne doit pas néanmoins être négligée.

Séance du 18 décembre 1858.

OPTIQUE MINÉRALOGIQUE. *Propriétés optiques biréfringentes et forme cristalline de la liroconite.* — M. Descloizeaux, dans la note suivante lue par lui devant la Société, expose un nouvel exemple de l'utilité et même de la nécessité que présente la détermination des propriétés optiques biréfringentes des cristaux naturels ou artificiels lorsqu'on veut connaître exactement leur forme géométrique.

Il existe dans la nature un arséniate de cuivre et d'alumine connu sous le nom d'arséniate de cuivre *octaédrique* ou *liroconite*, dont la composition peut être exprimée, d'après les analyses de M. Damour (1), par la formule

$$2\,Cu^6(As\,Ph)^5 + Al^6(As\,Ph)^5 + 32\,Aq.$$

(1) Annales de chimie et de physique, 3e série, t. XIII.

Ce minéral se présente en cristaux d'un beau bleu céleste qui affectent la forme d'octaèdres surbaissés à base rectangulaire. Les faces de ces cristaux portent presque toujours des stries fines ou de légères ondulations qui ne permettent d'obtenir leurs incidences qu'avec une approximation de quelques minutes ; c'est donc en se basant sur leur grande symétrie plutôt que sur des mesures très précises qu'on les a jusqu'ici rapportés au prisme rhomboïdal droit. Dans cette hypothèse, les octaèdres de *liroconite* peuvent être regardés comme une combinaison d'un prisme vertical m sous l'angle de 107° 5′ avec un prisme horizontal a^1 remplaçant les angles solides obtus du premier, et faisant, avec les faces m, des angles de 133° 54′. Les clivages les plus distincts ont lieu suivant les faces m ; on en cite aussi des traces suivant les faces a^1 et même suivant la base du prisme qui serait tangente à l'arête aiguë de ces faces.

Si les axes cristallographiques sont rectangulaires, les axes d'élasticité le seront également ; par conséquent le plan des axes optiques devra coïncider, soit avec la base de la forme primitive, soit avec le plan vertical passant par la grande diagonale, soit enfin avec le plan vertical passant par la petite diagonale de la base. Or, si l'on pratique sur les angles solides obtus des octaèdres de *liroconite* deux faces artificielles parallèles au plan qui comprend leurs arêtes verticales et leurs arêtes horizontales, on voit immédiatement, par l'inspection des courbes isochromatiques produites, en soumettant la plaque au microscope d'Amici, que cette substance possède deux axes de double réfraction très écartés, dans un plan perpendiculaire au plan de la lame et faisant avec une des arêtes verticales $\frac{m}{m}$ un angle de 20° à 25° ; la bissectrice, de signe *négatif*, est également perpendiculaire au plan de la lame.

Cette disposition des axes optiques montre d'une manière évidente que la forme de la *liroconite* ne peut pas être rapportée au prisme rhomboïdal droit, mais qu'elle appartient en réalité au prisme oblique symétrique. On obtiendra la forme primitive la plus simple possible, en plaçant devant soi les arêtes aiguës considérées comme latérales dans le système du prisme droit, ce qui

donnera un prisme rhomboïdal de 72°55′, offrant un clivage difficile suivant une base dont l'inclinaison sur l'axe vertical, très voisine de 90°, reste pourtant indéterminée. La détermination de cette inclinaison exigerait en effet la connaissance exacte des incidences entre les troncatures e^1, situées maintenant sur les angles latéraux de la forme primitive, et les faces m antérieures et postérieures; or, d'après l'apparence habituelle des octaèdres de *liroconite*, ces incidences devant être presque identiques, leur différence ne saurait être constatée que si les faces étaient beaucoup plus unies et plus miroitantes qu'elles ne le sont ordinairement (1).

Les phénomènes optiques de la *liroconite* offrent une nouvelle preuve de la séparation absolue qui existe entre les différents types cristallins auxquels on rapporte les formes de tous les cristaux connus. On sait que ces types sont au nombre de six, et que quelques observateurs, pour expliquer les phénomènes d'isomorphisme et de plésiomorphisme, ont cherché à réduire ce nombre à trois ou quatre seulement. Considérée d'une manière purement géométrique, l'idée de faire dériver les types obliques de types rectangulaires peut présenter une apparence de vérité; car il ne paraît pas impossible d'obtenir un rhomboèdre à l'aide de l'allongement très-faible d'une des diagonales du cube, un octaèdre carré à l'aide d'un changement du même genre sur l'octaèdre

(1) Contrairement à l'opinion généralement reçue, M. Breithaupt admet, dans son *Traité de minéralogie*, que les octaèdres de *liroconite* affectent une forme hémiédrique dérivée d'un prisme rhomboïdal droit; il base son opinion sur ce qu'on voit des angles rentrants dans quelques cristaux en apparence mâclés, et sur ce que l'arête d'intersection des faces désignées ici par e^1 est oblique, et non perpendiculaire à l'arête des faces m, avec laquelle elle ferait un angle de 86°. Cette obliquité, qui résulte forcément de la disposition des axes optiques, n'est peut-être pas aussi forte que l'indique M. Breithaupt; malheureusement les cristaux que j'ai eus à ma disposition n'étaient pas assez nets pour m'en assurer. Autant que j'ai pu en juger sur ces cristaux, le plan des axes serait dirigé dans l'angle aigu de la section verticale parallèle à la diagonale inclinée de la base. Quant aux mâcles dont parle M. Breithaupt, je n'en ai pas vu une seule dans une douzaine de lames que j'ai fait traverser par un faisceau de rayons parallèles et polarisés.

D.

régulier, etc. Ces passages semblent même indiqués dans les cristaux voisins d'une forme limite, par une symétrie des modifications analogue à celle que possède la forme limite elle-même ; c'est ainsi que le sulfate de protoxyde de fer a longtemps été regardé comme dérivant du rhomboèdre, et la *datholite* comme appartenant au prisme rhomboïdal droit. Mais si l'on compare les propriétés optiques des six types cristallins de la minéralogie, on voit qu'elles sont complétement incompatibles et qu'il n'existe aucun passage d'un système à l'autre. Ainsi le rhomboèdre le plus voisin de 90° possède toujours un axe de double réfraction, tandis que le cube a la réfraction simple; le prisme rhomboïdal droit le plus rapproché du prisme carré peut avoir des axes optiques excessivement écartés, comme nous le montre la *mésotype* ; le prisme oblique symétrique le plus voisin du prisme rhomboïdal droit, tel qu'est celui de la *liroconite*, possède des axes optiques ouverts dans un plan dont la direction s'écarte beaucoup de celle des axes cristallographiques.

On conçoit, du reste, qu'il en doive être ainsi, et qu'il ne puisse pas en être autrement. Car le rapprochement ou même la presque identité que certains cristaux offrent avec les formes limites du cube, du prisme droit à base carrée, etc., n'existe qu'à une température déterminée, et si l'on pouvait chauffer convenablement ces cristaux, on les verrait changer de figure et prendre des formes évidemment incompatibles avec les formes limites, puisque, des trois axes d'élasticité, deux au moins étant inégaux, la dilatation se répartirait d'une manière inégale suivant ces axes.

Hydraulique. — M. de Caligny a présenté dans cette séance une note sur une combinaison de la soupape de Cornwall avec le tiroir dont il avait entretenu la Société le 20 juillet 1839; il a communiqué ensuite des expériences sur les ondes liquides.

I. Dans les expériences répétées à l'École des mines en 1837, devant une commission de l'Académie des sciences, M. de Caligny mettait alternativement le tuyau vertical d'une de ses machines hydrauliques en communication avec un tuyau de conduite débouchant par l'autre extrémité dans la prise d'eau, et avec un tuyau de décharge. Ces deux derniers tuyaux étant horizontaux, l'un était bouché par le tiroir, quand l'autre était ouvert.

Ce tiroir se compose d'un bout de tuyau toujours ouvert à son extrémité supérieure, toujours fermé à son extrémité inférieure, et percé latéralement d'un orifice venant se poser alternativement devant l'un des deux tuyaux horizontaux dont il s'agit, selon que le tiroir est haussé ou baissé.

Au-dessous de cet orifice un bout de cylindre plein prolonge le tiroir, de manière que le tuyau horizontal inférieur soit bouché pendant que l'orifice latéral se présente devant l'autre tuyau horizontal. Il est à peine nécessaire d'ajouter que ce tiroir est taillé de manière à permettre à l'eau de circuler autour de lui pour éviter le frottement qui résulterait sans cela de la pression latérale du liquide, sans cependant permettre d'écoulement aux endroits où il doit être alternativement interrompu.

M. de Caligny rappelle qu'il a construit des tiroirs de ce genre, en disposant, aux hauteurs convenables, des pistons annulaires attachés extérieurement aux tiroirs. Mais les moyens de construction ayant été très perfectionnés depuis l'époque où il présenta ce tiroir, il croit pouvoir aujourd'hui proposer une modification évitant toute espèce de frottement du tiroir contre des corps solides, et sur laquelle il n'a peut-être pas assez insisté dans ses premières communications verbales, à cause des difficultés de construction qui pouvaient exister encore à cette époque déjà ancienne.

Il propose, au lieu d'employer des pistons annulaires extérieurs avec garniture, de faire ces pistons entièrement métalliques, fondus tout d'une pièce avec le tiroir, et de tailler ces pistons par-dessus et par-dessous, de manière qu'ils puissent appliquer alternativement une surface conique sur un siége annulaire fixe taillé convenablement. Le mode de fermeture et les ajustages seront parfaitement analogues à ceux des soupapes circulaires en usage.

La difficulté pratique consiste en ce que plusieurs de ces pièces annulaires, fondues avec le tiroir, devront en même temps porter sur plusieurs autres pièces annulaires, ou siéges fixés au bout de tuyau fixe ou corps de pompe dans lequel joue le tiroir, et en ce que la fermeture devra se faire convenablement, non-seulement quand le tiroir sera à l'une des extrémités de sa course, mais quand il sera à l'autre extrémité, les faces opposées de ses pièces annulaires extérieures devant s'appuyer contre les siéges fixes. Mais avec une

bonne exécution, l'auteur fait observer que ce moyen évite toute espèce de frottement du tiroir contre des corps solides, sauf celui des guides, et celui qui pourrait résulter des herbes dans les circonstances où il n'y aurait pas moyen de s'en débarrasser; qu'il permet d'ailleurs de profiter de l'extrême précision que le principe de la machine à colonne d'eau lui a permis de donner au jeu du tiroir rappelé au commencement de cette note, par le mode d'action alternative des colonnes d'eau sur le fond du tiroir. Dans les expériences répétées à l'École des mines en 1837, c'était un contre-poids qui relevait le tiroir en temps utile. L'auteur rappelle qu'au lieu d'un contre-poids solide, on peut employer un *contre-poids liquide;* c'est-à-dire, soit une colonne d'eau dans un tube recourbé, disposé au-dessous du corps de pompe dans lequel joue le tiroir, soit tout simplement la pression de l'eau du bief d'aval au-dessous du tiroir. Les oscillations seraient alors combinées, ainsi qu'il l'a expliqué depuis longtemps à la Société, et l'a d'ailleurs rappelé d'une manière succincte dans sa dernière communication sur les machines soufflantes ou à compression d'air, auxquelles la disposition, objet de cette note, peut aussi être appliquée. La résistance de l'eau au coude brusque de ce tiroir pourra d'ailleurs être atténuée au moyen du système de lames courbes concentriques rappelé dans la dernière séance.

Quant à l'emploi de ces lames pour diminuer aussi la résistance de l'eau dans les coudes brusques résultant de l'emploi des soupapes de Cornwall ou des vannes cylindriques, telles qu'elles sont indiquées dans la dernière séance, il est à peine nécessaire de rappeler que, dans les circonstances de ce genre, ce n'est plus à proprement parler de lames courbes qu'il s'agit, mais de surfaces courbes de formes analogues à celles de pavillons de trompette rentrant les unes dans les autres.

II. M. de Caligny a communiqué aussi dans cette séance des expériences sur les ondes résultant, dans un canal, du mouvement vertical alternatif d'un corps solide. Il s'agissait de voir si, dans cette espèce d'ondes, appelées *courantes*, il y a ou il n'y a pas un mouvement de translation sensible.

M. de Caligny rappelle que lorsqu'il présenta des expériences sur ces ondes à l'Académie des sciences, M. Arago remarqua principa-

lement dans son mémoire le fait nouveau du recul sur le fond observé après le passage de plusieurs ondes. Mais ce mouvement n'étant que de quelques centimètres dans les circonstances où ces expériences furent faites, M. de Caligny a fait de nouvelles observations sur un canal d'une beaucoup plus grande longueur, dont les dispositions particulières seront prochainement expliquées dans une note plus étendue. Ce n'est plus de quelques ondes, mais de plusieurs centaines d'ondes qu'il s'agit; de sorte que les déplacements étudiés ne sont plus de quelques centimètres, mais de plusieurs mètres, ce qui établit le phénomène d'une manière plus évidente. Cependant, comme les grains de raisin répandus sur le fond, quelque ronds qu'ils fussent, offraient une cause quelconque de frottement ou même d'irrégularité dans les mouvements de va-et-vient, il était plus rigoureux d'observer les déplacements des corps légers répandus à la surface, tels que des brins d'herbe quand il ne faisait pas de vent.

Or, soit qu'on observe le recul sur le fond, soit qu'on observe le déplacement en sens inverse à la surface, c'est-à-dire le mouvement de progression qui se présente à la surface, on voit que le phénomène varie d'intensité selon la distance où les déplacements observés sont du point où les ondes sont engendrées par un mouvement de va-et-vient vertical. Ces déplacements sont d'autant plus grands qu'on les observe plus près de ce dernier point. Il y a d'ailleurs lieu de croire qu'ils se compensent à peu près dans une certaine région du canal; car, à de grandes distances, ils ne sont plus assez sensibles pour qu'on soit certain de leur existence quant à présent. Or, cela n'aurait pas lieu s'il se faisait réellement un transport notable du liquide de la première partie du canal à celle où l'on n'observe pas de déplacement bien sensible après le passage des ondes. Les déplacements dont il s'agit diminuent même assez rapidement, à mesure qu'on les observe à des distances très-différentes de l'origine du mouvement. Ainsi, dans des limites assez étendues, si l'on considère successivement à la surface les petits flotteurs à des distances diverses de cette origine, les déplacements observés diminuent à peu près comme les termes d'une progression géométrique. Ils diminuent ensuite moins rapidement, mais, étant déjà beaucoup moindres, ils deviennent moins faciles à observer. Quelques détails sur ce sujet se-

ront l'objet d'une prochaine communication. On peut dès aujourd'hui remarquer que l'entraînement des corps flottants, même à des distances considérables, n'est plus une preuve de translation réelle dans tout l'ensemble de la masse liquide en ondulation, à cause des déplacements en sens contraire dans les régions inférieures.

— M. de Caligny a communiqué il y a longtemps à la Société des observations sur la comparaison des vitesses apparentes de ces ondes courantes avec celle des ondes appelées *solitaires*, qui, étant engendrées dans certaines conditions après les premières, par des moyens particuliers, finissaient cependant par les atteindre, et allaient par conséquent plus vite.

La grande longueur du canal sur lequel il a opéré depuis cette époque lui a permis de varier les observations, d'où il paraît résulter que les deux espèces d'ondes ne vont pas plus vite l'une que l'autre quant à la translation apparente, dans le cas où, à force de patience, *on parvient à leur donner sensiblement la même hauteur*. Ce qui fait croire que les ondes *solitaires* vont en général plus vite que les autres, quand on expérimente sur un canal trop court, c'est qu'en se pressant de les produire, avant que les ondes courantes aient atteint l'autre extrémité du canal, on les fait plus fortes qu'on ne veut; or, on sait que les ondes solitaires plus fortes vont plus vite que les plus faibles. Les phénomènes de recul au fond du canal et de progression à la surface se présentant avec plus d'intensité à de petites distances de l'origine du mouvement des ondes courantes qu'à des distances notables, cela peut servir à expliquer, selon M. de Caligny, pourquoi, dans les expériences des frères Weber, *dont le canal était très court*, le grand axe des *orbites* des ondes courantes dans les régions supérieures était horizontal, au lieu d'être vertical comme dans les expériences qu'il a communiquées à la Société en 1842, et comme dans les observations faites en mer par feu M. Aimé, qui ne les avait d'ailleurs présentées qu'avec réserve, avant qu'elles eussent été confirmées par celles de M. de Caligny.

ORNITHOLOGIE. *Oiseaux des îles Sandwich.* — Les observations suivantes, sur l'ornithologie des îles Sandwich, ont été présentées dans cette séance par M. Pucheran.

« Depuis une dizaine d'années, j'ai porté fréquemment mon attention, dans les diverses tentatives de généralisation auxquelles je me suis livré, sur la détermination des caractères généraux propres aux diverses faunes de l'époque actuelle. Dans mes études relatives à cette question, je ne me suis habituellement occupé que des Mammifères, sans essayer de faire l'application aux autres classes du règne animal, même aux Oiseaux, des divers résultats que l'observation me permettait de constater. Si je me suis abstenu, dans ces diverses circonstances, c'est qu'il m'a paru à peu près démontré, d'après les faits que je connaissais, que les conclusions générales auxquelles j'avais été conduit en mammalogie ne présentaient point de résultats différentiels dans la seconde classe du règne animal. Je suis convaincu de cette coïncidence, non-seulement pour l'ornithologie africaine, mais encore pour celle des parties septentrionales de l'ancien et du nouveau continent. Quant à l'ornithologie de Madagascar, il m'est impossible d'admettre, dans l'état actuel de nos connaissances, que les caractères généraux de ses Oiseaux sont les mêmes que ceux des Mammifères qui leur sont congénères. C'est une étude nouvelle à aborder, mais qui exigera, je le crains, de la part des zoologistes qui désireront s'en occuper, des tentatives multipliées avant qu'il leur soit possible d'arriver à formuler un principe qui soit de nature à les satisfaire.

» De même que pour Madagascar, le caractère général de la faune ornithologique des archipels de la Polynésie me semble devoir présenter, pour sa détermination, de sérieuses difficultés. J'ai cependant abordé la solution de ce problème, en 1847, pour la Nouvelle-Zélande (1), et je ne crois pas que les observations que j'ai faites à cette époque soient susceptibles d'être modifiées par les faits qui ont été ultérieurement découverts. Dans la présente note, je vais m'occuper, sous le même point de vue, de la faune des îles Sandwich.

» Comme la Nouvelle-Zélande, l'archipel des îles Sandwich est à peu près entièrement dépourvu de Mammifères. Cette observation est, du reste, généralement applicable aux divers archipels de la Polynésie. Le nombre des Oiseaux est de même fort peu con-

(1) *Revue zoologique*, p. 389.

sidérable pour les îles Sandwich, et, en compulsant les diverses publications des ornithologistes de notre époque et de ceux du dix-huitième siècle, M. Hartlaub n'a pu dépasser le nombre de trente espèces (1). Parmi ces trente espèces, presque toutes (*Buteo solitarius*, Peale; *Otus sandvicensis*, Blox.; *Turdus sandvicencis*, Gm.; *Corvus havaïcensis*, Peale; *Gallus bankiva*, Tem., var.; *Strepsilas interpres*, L.; *Totanus solitarius*, Blox.; *Porzana sandvicensis*, Gm.; *Porzana obscura*, Lath.; *Gallinula chloropus*, L.; *Fulica alaï*, Peale; *Bernicla sandvicensis*, Vig.; *Anas boschas*, L., var. *Anas clypeata*, L.), appartiennent à des genres à peu près cosmopolites. Nous devons ajouter que ce savant zoologiste n'admet qu'avec doute l'existence, dans les îles Sandwich, du *Ptilopus holosericeus*, Tem., et celle de l'*Ardea exilis*, Gm., signalée par M. Peale. M. Peale, au reste, hésite lui-même, en ce qui concerne cette dernière espèce, sur l'exactitude de sa détermination. Ajoutons, à notre tour, qu'il sera peut-être nécessaire d'ajouter à cette liste d'espèces le Rapace nocturne distingué, dans le Musée de Paris, par M. Charles Bonaparte (2), sous le nom de *Brachyotus sandvicensis*, à moins que cette espèce ne constitue, ce qui est fort possible, un synonyme de celle décrite par Bloxam sous le nom d'*Otus sandvicensis*, rapprochement que je ne puis ni confirmer ni infirmer, ne connaissant point cette dernière diagnose. Disons en outre que le *Trichoglossus pyrrhopterus*, Vigors, admis comme originaire des îles Sandwich, nous paraît, ainsi que nous l'avons dit ailleurs (3), originaire du Brésil.

» On trouve également dans les îles Sandwich, indépendamment des espèces dont nous avons plus haut donné la liste, un certain nombre de types dont les formes rostrales sont assez particularisées pour avoir donné lieu, de la part des ornithologistes modernes, à la création d'un certain nombre de coupes génériques. Il en est ainsi des genres *Drepanis*, *Hemignathus*, *Himatione*, *Moho*, *Psittirostra*, *Loxops* et *Chasiempsis*. C'est de

(1) Cabanis, *Journal fur Ornithologie*, vol. II, p. 170.

(2) *Revue et Magasin de zoologie*, 1854, p. 541.

(3) *Revue et Magasin de zoologie*, 1853, p. 160.

d'en avoir sous les yeux un certain nombre d'exemplaires : jusqu'ici, malheureusement, il nous a été impossible de nous livrer à un semblable examen.

» Tout en renvoyant à des circonstances plus favorables l'étude de cette dernière question, nous ne devons pas omettre de signaler ce fait intéressant de la rareté des types dont le régime est plus exclusivement végétal, soit parmi les genres, soit parmi les espèces d'Oiseaux originaires des îles Sandwich. Parmi les genres, nous ne voyons que *Psittirostra* et *Loxops*. Quant aux espèces, ce n'est qu'avec doute que M. Hartlaub admet parmi elles le *Pt. holosericeus*, et il est fort probable que la variété de *Gallus Bankiva*, citée par cet ornithologiste, a été importée dans cet archipel. Tous les autres types spécifiques, sauf peut-être la Bernache, soit Passereaux des genres *Corvus*, *Turdus*, *Chasiempsis*, etc., soit Échassiers et Palmipèdes des genres *Strepsilas*, *Ardea*, *Totanus*, *Porzana*, *Gallinula*, *Fulica*, *Anas* et *Rhynchaspis*, ou se nourrissent de matières animales, ou présentent un régime mixte d'alimentation. C'est maintenant aux zoologistes occupés de l'étude des Reptiles et Poissons, et de celle des animaux invertébrés à tâcher de nous expliquer ce fait ; car nous ne voyons que deux espèces de Rapaces et les Corbeaux qui puissent se nourrir d'Oiseaux d'une certaine dimension et de leurs œufs ; les autres sont forcés de se contenter de proies moins volumineuses.

» Pour tâcher d'expliquer le fait général que nous venons d'exposer, nous sommes donc obligé de recourir à d'autres éclaircissements que ceux qui nous sont donnés par l'ornithologie. Cette nécessité nous est fréquemment imposée en zoologie, lorsque nous essayons de fixer les caractères généraux des faunes : la causalité, si nous pouvons nous servir d'une expression aussi prétentieuse, nous est souvent fournie par un ordre de notions qui sont du domaine d'une autre science. Ainsi, le caractère général de la faune africaine nous est expliqué par la structure géologique de cette partie de l'ancien continent. La botanique, en ce qui concerne la disposition rostrale des genres d'Oiseaux spécialement originaires des îles Sandwich, va nous offrir, à son tour, un fait qui ne peut être passé sous silence. C'est celui de la présence, dans cet archipel, d'espèces gigantesques de *Lobelias*. Des co-

rolles de ces végétaux, le *Drepanis coccinea*, d'après M. Peale (1), retire les Insectes dont il se nourrit, et son bec, ajoute ce zoologiste, est admirablement adapté à cet office. Ainsi agissent également les *Hemignathus obscurus* et *Hemignathus lucidus* (2). Il est probable que les autres genres, dont la forme en faucille des mandibules est moins marquée, offrent dans leurs habitudes quelque similitude. Je me borne, en cette circonstance, à signaler le rapport qui existe entre ces deux faits empruntés à deux sciences différentes, sans chercher à déterminer en aucune façon quelle est la cause initiale de ce rapport.

» Le mode d'incurvation de la mandibule supérieure, tel qu'on l'observe à l'état normal dans les *Hemignathus*, est excessivement rare dans les genres de la série ornithologique, et, dans certaines espèces, où il se manifeste quelquefois, il constitue une véritable anomalie. Il en est ainsi dans des individus de la famille des Corvidés, soit dans le Corbeau lui-même, soit dans le Freux. C'est une preuve, suivant nous, que, sous le point de vue de la disposition que nous signalons, une forme organique qui n'est qu'accidentelle, anormale dans certains types, a de la tendance à devenir normale et à se produire régulièrement dans d'autres types originaires d'autres pays. Nous pouvons citer, sous le même point de vue, le mode de coloration spécial à tant de Mammifères et d'Oiseaux africains, mode de coloration si voisin de l'albinisme. En Afrique, cette coloration est l'état normal; elle constitue, dans les animaux d'autres régions, une véritable anomalie dont l'explication est restée insaisissable à toutes les investigations modernes. La zoologie, en cette circonstance, reproduit des faits de même nature que ceux qui nous sont offerts par l'étude des monstruosités animales. Rien de plus fréquent, en effet, ainsi que le savent les physiologistes, que de voir dans les observations tératologiques une disposition organique constituer une anomalie, accidentellement produite, par conséquent, dans un individu, tandis que, dans un autre groupe, cette disposition devient l'état normal et régulier. »

(1) *Revue et Magasin de zoologie*, 1855, p. 152.
(2) *Ibid.*, p. 153.

Paris. — Imprimerie de Cosson et Comp., rue du Four-Saint-Germain, 43.


U. C. BERKELEY LIBRARIES
C054918551

